

流砂系に影響を与えた火山噴火事例

独立行政法人土木研究所 田村圭司・山越隆雄
国土防災技術株式会社 小菅尉多・○黒川 将

1 はじめに

わが国は火山国であり、近年も多くの火山災害を経験しているが、幸いなことに流砂系に多大な影響を与えるような噴火は発生していない。大きな河川流域の上流部に位置する火山が大規模な噴火を起こすと、広範囲に、大量の火砕物等が堆積し、長期間にわたって流砂系に甚大な影響を及ぼすことが予想される。

そこで、本研究は、数百 km^2 以上の流域面積を有する河川（流砂系）に影響を与えたと考えられる国内外の噴火事例をレビューし、どのような噴火の時、どのような災害が、何時まで流砂系で発生するか等を整理し、既存の予測技術の適用可能性及び適用方法を検討するための基礎資料とすることを目的とした。

2 研究対象噴火

2.1 国内外の噴火事例

過去に数百 km^2 以上の流域面積を有する河川に多量の噴出物等が堆積した噴火事例として、1707 年富士山宝永噴火、1783 年浅間山天明噴火、1914 年桜島大正噴火、1926 年十勝岳大正噴火、1980 年セントヘレンズ火山噴火、1991 年ピナツボ火山噴火を取り上げた。各火山の位置は、図-1 のとおりである。



図-1 研究対象火山位置図

2.2 注目した要因

それぞれの火山噴火について、1 噴火の規模・継続時間、2 平年降水量、3 河川流域に影響を与えた火山現象と火砕物の量と質、4 河川の地形特性、5 水・土砂災害の形態、発生頻度の推移、土砂移動量の推移、6 影響期間、を整理した。その結果は、表-1 に示すとおりである。

3 流砂系に影響を与えた噴火事例

3.1 降灰が流砂系に与えた影響

(1) 1707 年富士山宝永噴火事例

本噴火は、総噴出物量 0.68km^3 （マグマ換算体積（以下、DRE））であり、主に東方の酒匂川流域に $456 \times 10^6\text{m}^3$ の火砕物が供給された。この火砕物の再移動により、酒匂川下流域では河床上昇に伴う土砂・洪水氾濫が頻発し、この影響は約 30 年間続いた。

(2) 1914 年桜島大正噴火事例

本噴火は、総噴出物量 1.86km^3 （DRE）である。主に東南東に火砕物が降下し、肝属川流域には $19.8 \times 10^6\text{m}^3$ の火砕物が堆積した。特に上流部に降下火砕物が 30cm 以上堆積した流域では、土石流が頻発するとともに、下流河川では洪水被害が発生した。なお、土石流・洪水の発生頻度は、概ね 1 年後には著しく少なくなった。

3.2 火砕流（降灰）が流砂系に与えた影響—1991 年ピナツボ噴火事例—

本噴火は、今世紀最大規模の噴火で $4.8 \sim 7.1\text{km}^3$ の火砕流と 2.0km^3 の降灰が発生した。このうち、火山東部の火砕流堆積台地に $1,398 \times 10^6\text{m}^3$ の火砕流堆積物が供給された。その結果、1 年目の雨季から土砂流出（泥流）が激しくなり、1 年目で $250 \times 10^6\text{m}^3$ の土砂が流出した。その後逐次流出土砂量は減少しながらも約 10 年間以上続いている。なお、下流河川では、河口閉塞、洪水氾濫等が長期化している。

3.3 火山泥流が流砂系に与える影響

(1) 1783 年天明噴火事例

本噴火は、総流出物量 0.50km^3 （DRE）である。この噴火時には火山泥流が発生し、吾妻川・利根川の河道内にその堆積物が $100.4 \times 10^6\text{m}^3$ 堆積した。また、東南東に位置する利根川支川烏川上流域には降下火砕物が $70 \times 10^6\text{m}^3$ 堆積した。これらの堆積物はその後再流出し、下流河川で河床上昇に伴う洪水氾濫等が約 90 年間生じた。

(2) 1926 年十勝岳噴火事例

本噴火は、総噴出物量 $1.3 \times 10^4\text{m}^3$ と少ないが、山体崩壊（ $2 \times 10^6\text{m}^3$ ）・泥流が発生し、上富良野盆地に $3.2 \times 10^6\text{m}^3$ の泥水・土砂が堆積し、下流域に $3.7 \times 10^6\text{m}^3$ の泥水

が流出したが、その後の土砂流出は確認できない。

3.4 土石なだれ・火山泥流・降灰等が流砂系に与えた影響—1980年セントヘレンズ火山噴火事例—

本噴火は、総噴出物量 1.45km³ であり、特に、噴火時に山体崩壊を起こし、2,500×10⁶m³ もの土石なだれ堆積物が河川流域に供給された。多量の土石なだれ堆積物が供給された North Fork Toutle 川、多量の火砕物と泥流が発生した South Fork Toutle 川、Muddy 川、Blast 堆積物が供給された Green 川でそれぞれ特徴的な土砂流出の経年変化を示した。North Fork Toutle 川では、最も多量の土砂流出が認められ、次いで、South Fork Toutle 川、Muddy 川、最も少ないのは Green 川であった。North Fork Toutle 川等では、指数関数的に減少するものの 20 年後もまだ噴火の影響を受け、Green 川では、10 年以内でもとの土砂流出に戻った。

4 流砂系に影響を与える火山噴火

以上の事例研究より以下のことが考えられる。

1. 噴火規模 (VEI) が 4 以上の時に流砂系に強い影響が出ている。2. ただし、セントヘレンズ山の Green 川では、その他の河川と比べて、その後の土砂流出傾向が大きく異なり、土砂流出が数年間で顕著に減少した。また、同じ VEI=4 の桜島と浅間山では、前者の方が流砂系に与えた影響は軽微で、期間も短い。これらは、土砂が斜面も河道も含めて万遍無く供給される降下現象の場合と、斜面に比べて土砂が効率的に排出される河道内に集中的に土砂が供給される流下現象との違いであると考えられる。3. 影響を受ける期間は、下流の河川地形 (勾配、堆積空間の有無等。例えばデルタ河川では河床上昇、洪水氾濫等が長期化する。

一方、上流部に盆地地形が存在する場合は、その空間で土砂が滞留し、下流河川に流出し難い場合も考え得る)、誘因としての降雨量 (例えば、北海道、関東、九州で年間の降雨量が異なり、土砂の輸送能力が地域によって異なることが考えられる) の影響も受けると考えられる。

5 今後の課題と方針

このような事例研究をさらに詳細に検討することにより、活火山の周辺の数百 km² 以上の流域を有する河川で、流砂系に影響を及ぼすことが想定される火山と河川の抽出を行い、それらを類型化することにより、内陸部で火山が大規模噴火した場合の危機管理・危機監視体制検討のための基礎資料が得られる。

また、事例研究で対象とした火山で、既存予測技術の適用の可能性、適用方法の検討を試みることも必要と考える。

【参考文献】

富士川砂防事務所 (2003) : 富士山宝永噴火と土砂災害、143p.
中央防災会議 (2006) : 1783 天明浅間山噴火報告書、193p.
下川ほか (1989) : 大正三年桜島大噴火が火山周辺域の侵食に及ぼした影響、平成元年砂防学会概要集、p.47-50
中央防災会議 (2007) : 1926 年十勝岳噴火報告書、188p.
J. J. Major et al. (2000) : Sediment yield following severe volcanic disturbance, Geology, Sep., v.28, no9, p.819-822
広瀬ほか (1999) : ピナツボ火山噴火後 10 年間の地形変化と土砂災害、こうえいフォーラム第 11 号、p.1-13

表-1 流砂系に影響を与えた噴火事例の総括表

火山名	噴火年月	噴火規模 (VEI)	主噴火期間 (day)	年平均降水量 (mm/y)	流域名	河川流域に影響を及ぼした現象とその量と質						流域の地形特性			水・土砂災害			
						降下火砕物	火砕流	土石なだれ	泥流	その他	計	流域面積	流域長	河床勾配	災害形態	発生形態・頻度の推移	土砂移動量の推移	影響期間
						($\times 10^6 \text{ m}^3$)	($\times 10^6 \text{ m}^3$)	($\times 10^6 \text{ m}^3$)	($\times 10^6 \text{ m}^3$)	($\times 10^6 \text{ m}^3$)	($\times 10^6 \text{ m}^3$)	(km^2)	(km)	(1/n)				
富士山	1707年 12月	5	17day	1623 (横浜)	酒匂川	456 $\phi \text{ max} = 64 \sim 5 \text{ mm}$	—	—	—	—	456	597.4	54	1/260	・人家の焼失・倒壊等 ・河床上昇・河道閉塞による土砂洪水氾濫 ・天明泥流による直接被害 ・河床上昇に伴う洪水氾濫 ・河床上昇に伴う用水路の閉塞等	噴火後30年間の土砂災害の頻度は余り変わらない。	?	約30年間
浅間山	1783年 8月	4	4day	1163 (前橋)	吾妻川 利根川	70 (鳥川に供給された量) 火口から13km地点で $d50=7 \text{ mm}$	250 山麓に堆積	55 山麓に堆積	100 河床・26 段丘・74 $d50=0.2 \sim 10 \text{ mm}$	—	170 その後の土砂移動に影響を与えたと考えられる量	16,840.0	285	$1/850 \sim 1/13,600$	・河床上昇に伴う洪水氾濫 ・河床上昇に伴う用水路の閉塞等	河床上昇は時間とともに下流河道へ伝播している。	?	約80年間
桜島	1914年 1月	4	2day	2279 (鹿児島)	肝属川	19.8 $d50=0.01 \sim 0.06 \text{ mm}$	—	—	—	—	19.8	490.7	40	1/570	・土石流による直接被害 ・河床上昇に伴う洪水氾濫	噴火直後から発生し、1年目の災害発生頻度が高い。2年目以降は極端に減少している。	?	1年間
十勝岳	1926年 5月	1	1day	1074 (旭川)	富良野川	?	—	135	3.2	総流量 3.70 (実質土砂量0.74)	< 3.2	373.9	38 (空知川合流点まで)	1/350 (空知川合流付近) 下流はさらに緩勾配	・泥流による直接被害	噴火後の被害?	?	なし
セント ヘレンズ	1980年 5月	5	1day	947 (Seattle/Se-Tacoma, Wa.)	North Fork Toutle	?	?	2500 $d50=1 \text{ mm}$	?	プラスチック堆積物	> 2500 多量	345	約130 Cowlitz川河口まで	約1/500 (Cowlitz川合流付近) 下流はさらに緩勾配	・泥流による直接被害 ・河床上昇	指数関数的に減少。	年流出土砂量が最も多い。	20年後以降も続いている。
					South Fork Toutle	?	—	—	?	プラスチック堆積物	? 多い	300			・泥流による直接被害 ・河床上昇	指数関数的に減少。	年流出土砂量は比較的多い。	20年後以降も続いている。
					Muddy R	?	—	—	?	プラスチック堆積物	? 多い	350			・河床上昇	指数関数的に減少	年流出土砂量は比較的多い。	20年後以降も続いている。
					Green R	?	—	—	—	プラスチック堆積物	? 少ない	335			?	指数関数的に減少	年流出土砂量は少ない。	数年で基に戻る。
ピナツボ	1991年 6月	5	5day その後数年間2次噴火	1715 (Ninoy Aquino International Airport)	サコビ ア川(アバサン上流を含む)	?	968	—	—	—	968	207(バンパ ン川) 77(アバサン 川)	約50 (リオサコ川合流点まで)	約1/350 (土砂災害帯)での河口閉塞、洪水氾濫	・泥流による直接被害 ・下流河川(デルタ地帯)での河口閉塞、洪水氾濫	指数関数的に減少	泥流として1年目2.5億 m^3 流出。その後急激に減少し、7年目には0.31億 m^3 流出。	10年後の泥流としての流出土砂量は少なくなったが、下流河川の河床上昇、河口閉塞、洪水氾濫が長期化している。