

融雪型火山泥流の発生要因と移動特性について

(一財) 砂防・地すべり技術センター ○小林 実和、池田 暁彦、藤沢 康弘、小尾 亮

1. はじめに

火山活動によって火山を覆う雪や氷が融けると、融雪水と土砂が混合した泥流が発生したり、下流で甚大な被害を及ぼすことがある。一般に火山泥流には「融雪型」、「熱水噴出型」、「火口湖決壊型」などがあるが、中でも融雪型火山泥流による災害発生事例は世界的にも多数報告がされている。国内では、1926年十勝岳の噴火で144名もの犠牲者を出している(大正泥流)。そのため、活火山をもつ積雪地域の自治体では、「融雪型火山泥流」を想定した火山ハザードマップや防災マップを公表している。これらのマップは、過去の噴火や災害実績図に基づいて影響範囲を把握していることが多く、火山防災を考える上では、過去の災害事例を蓄積し、その実態を把握することが重要となる。

本発表では、火山活動に伴う泥流の発生事例を整理するとともに、融雪型火山泥流の誘因となった噴火現象と流下距離の関係から、その移動特性について検討した結果を報告する。

2. 融雪型火山泥流の事例収集

2.1. 火山泥流の定義

火山災害に関わる現象の用語表現は、学問や専門家間で意味合いが異なる場合があり、その用語の持つ意味は度々議論になっている。火山泥流の表現方法では西本(2010)が論説されており、鈴木(1992)では、火山泥流を広義と狭義に分けて整理している(図1)。このように、火山泥流は発生過程によって複数の表現が用いられている。

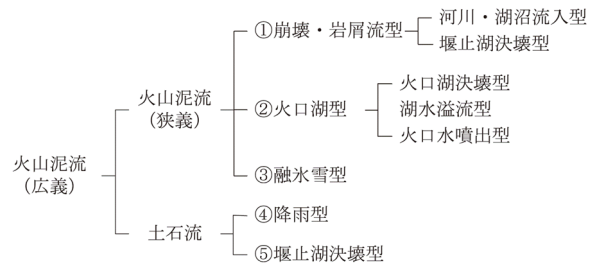


図1 火山泥流の定義と発生タイプ(鈴木,1992)

ここでは、「火山泥流」を“噴火活動が直接あるいは間接的な引き金となって、火山噴出物または火山体の土砂が、何らかの形で供給された水と混合して流下する現象”と定義し、下記の4種類に大別した。

表1 火山泥流の分類

火山泥流の分類	用語の説明
熱水(火口)噴出型火山泥流	火口から直接熱水や泥水等が噴出する現象
火口湖決壊型火山泥流	噴火により火口壁が崩壊し、湖水が流出する事で引き起こされる現象
融雪型火山泥流	噴火により高温の噴出物が積雪・氷河を融解する事で引き起こされる現象
降雨型火山泥流、二次泥流、降灰後土石流	噴火によって堆積した火山灰や火砕流堆積物が降雨により流出する事で引き起こされる現象

2.2. 文献調査

火山防災を考える上では、噴火が発生した後、どのような過程を経て火山泥流に至るのかを知ることが重要となるが、火山噴火と火山泥流の関係を体系的に整理した文献は少ない。このため、有史以降に史料記録が残る国内外の代表的な火山泥流の発生事例について、表1で示す分類表の降雨起因を除いた噴火イベントを整理した。ここでは、“融雪”が起因した事例、かつ“流下距離”が確認できた17事例を抽出している(表2)。国内事例の中には、非常に小規模な土砂混じりの融雪水の流下現象や、噴火前の地熱による融雪を起因とした火山泥流も含まれている。安達太良山では火口湖決壊型による災害記録も残っているが、最大規模と記述のあった融雪型に分類したため、発生誘因の分類に火口湖決壊型は含んでいない。

本論では、融雪型火山泥流の誘因を「①噴火に伴う高温の噴出物」としたうえで、噴火現象以外に「②火砕流等の流下に伴う融雪」、「③火口からの熱水噴出に伴う融雪」、「④溶岩流の流下に伴う融雪」、「⑤氷底噴火等に伴う融雪」の5つに分類した(表2、図3も同様)。1800年代以前の誘因は、古文書の噴火記録から「推察」されているものも含んでいる。融雪型火山泥流の定義の中に規模や時系列に関する定義はなく、現象のタイプ分けについては、今後も議論が必要である。

表2 融雪型火山泥流の発生事例

事例	火山名	発生年	泥流種別	融雪型の発生誘因					流下距離	文献	
				①噴火	②火砕流	③熱水噴出	④溶岩流	⑤氷河			
国内	安達太良山	~12世紀	融雪型(火口湖決壊型)	●	●				10km	山元(1998) 鶴志田ら(2013) 片岡ら(2015)	
	那須岳	1410.3	融雪型	●	●				10km	山元・伴(1997) 長谷川・北原(2018)	
	岩手山	1686.3	融雪型	●	●				10km	伊藤(1998) 土井(2000) 伊藤・土井(2005)	
	日光白根山	1873.3	熱水噴出型・融雪型	●		●			21km	及川(2016) 及川ら(2018)	
	十勝岳	1926.5	融雪型・熱水噴出型	●		●			29km	上澤ら(2011) 北海道旭川土木現業所(2002)「大正泥流調査記録誌」	
	浅間山	1973.2	融雪型	●	●				2.5km	荒牧(1973)	
	鳥海山	1974.3	融雪型	●					3km	宇井・柴橋(1975)	
	浅間山	1982.4	融雪型	●	●				3km	下鶴ら(1982)	
	十勝岳	1988.12	融雪型	●	●				600m	Katsui et al(1990) 山岸ら(1991)	
	雌阿蘇岳	2006.3	融雪型	●					1.4km	廣瀬ら(2007)	
	海外	アメリカラッセン山	1915	融雪型	●	●				20km	Major and Newhall(1989) Finch(1929, 1930) Christiansen and Clynne(1986)
		ロシアベズイミアニ山	1956	融雪型	●	●				85km	Major and Newhall(1989) Gershkov(1959)
		アメリカセントヘレンズ山	1980	融雪型	●	●				100km	高橋(1981) Janda et al(1981) Cummins(1981) Schuster(1981)
		チリビジャリカ山	1984	融雪型	●			●		5km	Major and Newhall(1989) Gonzales-Ferran(1984, 1985)
		ロシアクリュチェフスカヤ山	1985	融雪型	●		●			35km	Major and Newhall(1989) Fedotov and Ivanov(1985)
		コロンビアネバデルイス火山	1985	融雪型	●	●				80km	荒牧・宇井(1985) 藤田・池谷(1986) 池谷(1987) VOIGHT(1990)
		チリビジャリカ山	2015	融雪型	●	●				20km	Johnson and Palma(2015)

3. 融雪型火山泥流の移動特性

3.1. 発生誘因の評価

今回抽出した17事例(表2)のうち半数以上は「火砕流」の流下に伴って発生していることが分かった。一方で、地表を流下する「溶岩流」によって融雪型火山泥流が発生した事例は確認されなかった。海外事例の中には、氷河の割れ目から溶岩が噴出することによって洪水が発生した事例が2例あった。

Major et al. (1989)によれば、全世界の約40火山、100事例以上を調査した結果、積雪・氷河で覆われた火山における噴火起因の洪水・土石流の発生は「火砕流・サージ・高温岩屑なだれ等の流下に伴う融雪」(表2②に該当)が40%以上を占めていたことが報告(図2)されており、同様の傾向となった(本論の誘因分類番号を図2の該当現象に一部加筆)。

3.2. 発生誘因と流下距離の関係

流下距離に関する記録が残されているものについては、誘因となった噴火現象と流下距離の関係を図3に整理した。流下距離は、文献⁴⁾に記載のある観測事実(目撃証言:十勝1926)や堆積物調査の結果(安達太良、岩手山等)を引用した。中には、古文書に記録された人的被害などの状況証拠から推定されたものも含まれている(那須岳等)。

発生誘因と流下距離の関係から以下の傾向が示された。

- ・「噴火」や「火砕流」のみで発生した場合は、流下距離が比較的短い(国内事例では10km以下)。
- ・火口からの「熱水噴出」は火砕流のみで発生した場合と比べて、流下距離が長くなる。
- ・「氷河融解」による洪水や泥流は流下距離が長くなる(海外事例では3例が80km以上)。

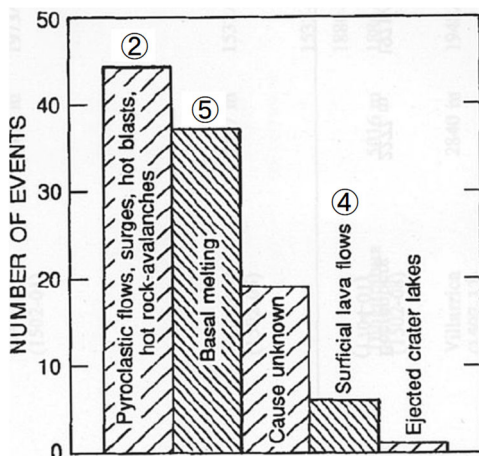


図2 土石流・洪水を発生させた誘因

(Major, J. J. and Newhall C. G., 1989 に一部加筆)

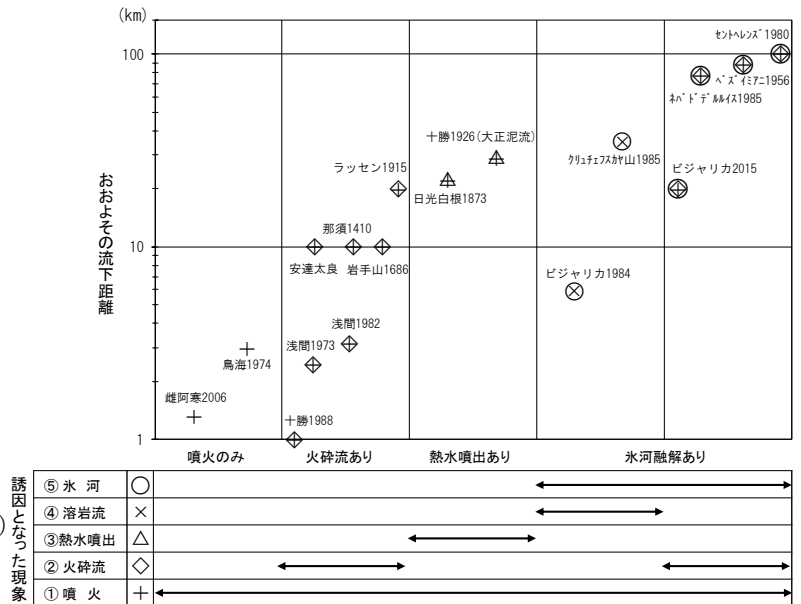


図3 融雪型火山泥流の誘因と流下距離の関係

4. まとめと今後の課題

4.1. 融雪型火山泥流の事例収集

既往文献からは火口湖決壊型や国内での溶岩流に伴う融雪の事例が収集できなかったものの、流下距離が確認できる少ない事例から、融雪型火山泥流の発生誘因と流下距離の関係について、以下のことを示すことができた。

- ・「融雪型火山泥流」の発生事例は、火砕流・高温の岩屑なだれ等に起因するものが多い。
- ・「溶岩流」は急速な融解が発生していないため、大規模な火山泥流や洪水を伴った事例が少ない。
- ・「氷河融解」による洪水や泥流は流下距離が長くなる傾向があり、大量の土砂を含む泥流が発生することがある。

既往文献では火山泥流の発生種別が不明な事例も多いが、その中でも融雪型の発生事例は、国内外で数多くの記録が残されていた。このように、過去の災害発生頻度からも「融雪型火山泥流」を想定した影響範囲の把握は重要である。

4.2. 融雪型火山泥流の移動特性

水量が多くなるほど流下距離が長くなることから、融雪型火山泥流の流下距離に「融雪水量」が大きく影響していることが確認できた。このように、泥流の流下・到達距離を評価するにあたっては水量の設定が重要となる。火山泥流が発生しやすくなる要因や移動特性については、これまで様々な実験的検討や研究が行われているが、融雪水量に関する知見は未だ充分ではない。今後は個別の噴火事例や災害実績から、噴出量や融雪水量等の規模に関する情報を蓄積していく必要がある。

<引用文献>

- 1) 西本晴男 (2010) : 火山地域における火山泥流、泥流、土石流の表現方法に関する考察, 砂防学会誌, Vol. 63, pp.26-37, 2010.
- 2) 鈴木宏 (1992) : 砂防学講座, 第6巻2, 土砂災害対策・扇状地対策・土石流対策等 (2), 砂防学会監修, 山海堂, p.69-71
- 3) Major, J. and Newhall C. G.: Snow and ice perturbation during historical volcanic eruptions and the formation of lahars and floods, Bulletin of Volcanology, Vol. 52, pp. 1-27, 1989.
- 4) 北海道旭川土木現業所 (大正泥流調査記録誌: 平成14年3月)