

融雪型火山泥流発生メカニズムに関する実験的研究

国土技術政策総合研究所 ○伊藤英之・小山内信智
 秋田大学教育文化学部 林信太郎
 日本工営株式会社札幌支店 長山孝彦

1.はじめに

積雪地帯に位置する火山では、しばしば噴火に伴い融雪泥流が発生し山麓に甚大な被害を及ぼす。1985年ネバド・デル・ルイス火山では、火砕流が氷河を急速に融解し泥流が発生、24,000人以上の死傷者を出した。また、十勝岳1926年噴火では高温の岩屑なだれが積雪上にひろがり、急速な融雪を生じ泥流へと発達、144名の犠牲者を出した。わが国においては、北海道～東北地方など冬季に積雪する火山が多いことから、積雪期においては噴火による直接的な被害に加え、積雪の融解による二次的な災害も懸念される。そのため、噴火に伴う融雪プロセス、特に融雪泥流の発生メカニズムの理解は、火山防災を考える上で急務であると考えられる。本研究では、室内に融雪実験装置を作成し、高温の土砂が積雪上に供給された場合の挙動、ならびに融雪水ハイドログラフの形状に着目し、土砂の粒径、供給土砂温度ならびに積雪密度の変化による融雪過程の基礎実験を行い、融雪泥流の発生メカニズムに関する考察を行ったので報告する。

2. 実験装置の概要と実験ケース

図1に融雪実験装置の概要を示す。実験装置は長さ230cm、幅25cmの実験斜路と加熱土砂投入用の落下筒(幅25cm、落差200cm)から構成される。実験斜路には10°の勾配をつけ、落下筒と実験斜路との間には幅25cm、長さ60cm、傾斜角20°のアプローチを取り付けた。また、実験斜路の側面には強化ガラスを貼り付け、融雪過程が側面からも観察できるようになっている。

加熱土砂の供給により発生した融雪水は、実験斜路末端部に設置したロードセルに捕捉され、0.1秒毎の重量変化が測定される。土砂の加熱には陶芸用の電気炉東京陶芸器材(株)扉式電気炉TY-10SDを用いた。最高使用温度は1300℃であり、これにプログラム焼成装置TTH-3を使用して、土砂の加熱をおこなった。土砂加熱の予備実験の結果、1000℃以上まで土砂を加熱すると、岩石表面が溶融し実験に支障をきたすため、加熱の上限を800℃とした。実験は供給土砂の温度、粒径および積雪密度を変えて合計9ケース行った。供給土砂温度は伊藤・他(1999)による岩石磁気学的手法による岩屑なだれの定置温度を参考として200℃、400℃とし比較検討のため800℃についても実験を行った。実施した実験の条件一覧を表1に示す。

表 1. 実験条件

Case No	Particles size (mm)	Temperature of supplied Rock fragments (°C)	Mass of supplied rock fragments (kg)	Snow density (g/cm³)	Remarks
1	< 2.0	400	4	0.5	
2	2.0 - 5.0	400	8	0.5	
3	5.0 - 10.0	400	8	0.5	
4	< 5.0	400	8	0.5	
5	< 5.0	200	8	0.5	
6	< 5.0	800	8	0.5	
7	< 5.0	400	8	0.9	
8	< 5.0	400	8	0.9	Solid ice
9	< 5.0	400	8	0.9<1.0	Slush

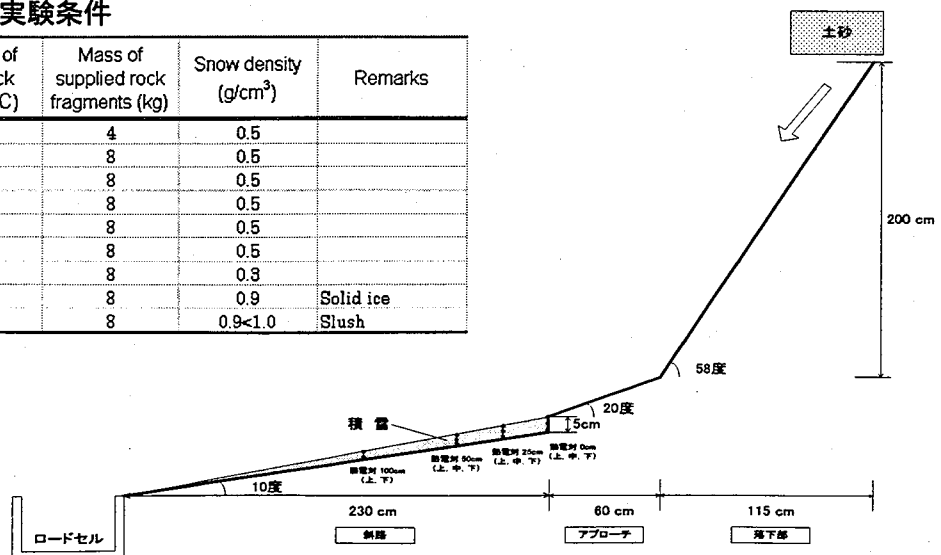


図.1 実験装置の概要

3. 実験結果

実験の結果、融雪水量が多くかつハイドログラフのピークが顕著であったケースは、①供給土砂が高温である場合 (Case-6)、②積雪密度が小さい場合 (Case-7)、③氷板のような状態 (Case-8) ④積雪が水で飽和している場合 (Case-9) であった。また、供給土砂は単一粒径より混合粒径の方がより効果的に融雪する傾向が認められた (Case-1,2,3,4)。

4. 議論

(1) ハイドログラフの形状

融雪型火山泥流を特徴付けるもののひとつとして、前方集中型のハイドログラフが挙げられる (水山・他,1988,南里・他,2005)。本実験で得られたハイドログラフの形状では、供給土砂が低温の場合、供給土砂の粒径が細かい場合を除いて、概ね前方集中型のハイドログラフを得ることができた。しかしながら、上記①~③の条件を除いて、土砂供給後 100~400 秒程度以上の時間差をおいてから融雪が開始されている。融雪型火山泥流の目撃証言 (例えば、南里・他,2005) では、噴火後数 10 分程度で市街地付近まで達している。このことを踏まえると、融雪型火山泥流が発達する条件としては、火砕物が十分に高温であるか、積雪状態が氷板状あるいはスラッシュに近い条件であることが必要であると考えられる。

(2) 融雪型火山泥流発生メカニズム

十勝岳 1926 年噴火は 5 月 24 日の夕方に発生した。この噴火の前日から上富良野地方では降雨が観測されており、火口近傍にある硫黄鉱山でも降雨は確認されていた。前日からの降雨により積雪中には多量の水が捕獲されていたものと推測され、スラッシュ状態に近い積雪が、400℃前後の温度を保った岩屑なだれと接触し、融雪型火山泥流を発生させた。一方、1988-89 年噴火では、積雪上に火砕流が流下したものの、顕著な融雪型火山泥流は発生しなかった。当時、最寄の旭川市内で -6.8℃を記録しており、さらに新雪が観測されていたことなどから、積雪密度が小さかったため、融雪型火山泥流が発達しなかったと考えられる。大規模な融雪型火山泥流の発生事例の多くは、氷河上に火砕流が流下した場合、あるいは融雪期に火砕流・サージが発生した場合がほとんどである。よって、融雪型火山泥流の発生は、積雪条件に依存する可能性が示唆される。

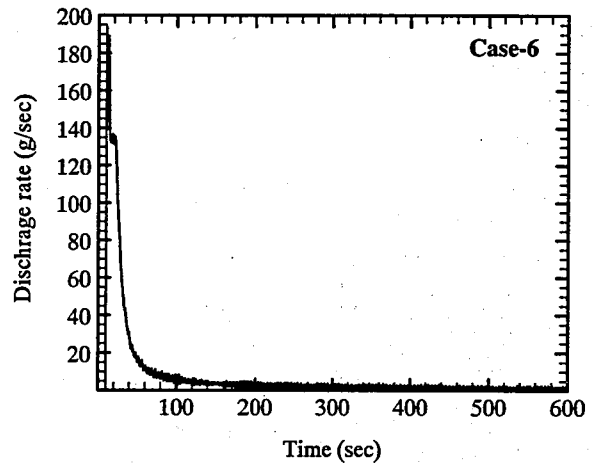
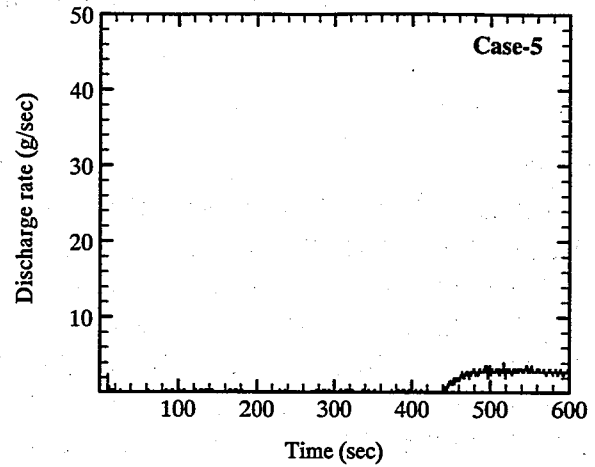


図 2. 実験で得られたハイドログラフの例

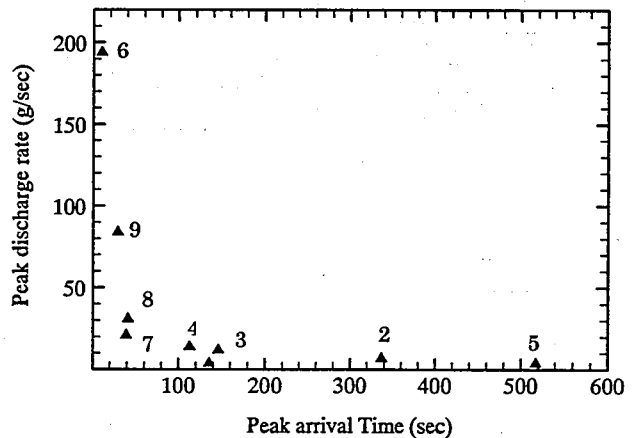


図 3. ピーク流量とピーク到達時間の関係

【引用文献】

- ・ 伊藤・他(1999) : 日本火山学会予稿集, 142p.
- ・ 伊藤・他(投稿中) : 十勝岳 1926 年噴火による融雪泥流の発生メカニズムの検討. 火山
- ・ 南里・他(2004) : 新砂防, 56, 33-44
- ・ 水山・他(1988) : 土木研究所資料, No.2601. 127p.