

平成 24 年度
融雪型火山泥流の発生機構解明と
その防災への適応に関する事業

報告書

2013 年 3 月

本書は、(社)北陸建設弘済会が公益事業で実施している「北陸地域の活性化に関する研究助成事業」で共同研究を行った[融雪型火山泥流の発生機構解明とその防災への適応に関する事業]の成果をまとめた報告書として、刊行したものです。

平成 25 年 3 月
社団法人 北陸建設弘済会
北陸地域づくり研究所

積雪期に火山噴火が発生した場合、火砕流や噴石、火山灰など高温の火山噴出物が積雪上に堆積し、大量の雪を急激に融解し、融雪水と火山噴出物が混ざり合って流下し、泥流が発生することがある。この現象は一般に融雪型火山泥流と呼ばれている。融雪型火山泥流は、短時間に大量の水が供給されることで通常の土石流や泥流に比べて流下速度が速く、到達距離が長くなる傾向にある。そのため、人的、物的な面で大規模な災害となりやすい。

過去の災害事例としては、1985年のコロンビアのネバド・デル・ルイス火山噴火に伴うもの、1926年の北海道の十勝岳噴火に伴うものが挙げられる。ネバド・デル・ルイス火山の場合、山頂の東45kmに位置する人口2.9万人のアルメロ市まで泥流が到達し、市街の大半が泥原と化し、アルメロ市だけで2.1万人もの人々が犠牲となった。一方、十勝岳噴火では上富良野町や美瑛町などで死者が約150人となり、日本国内での20世紀最大の火山災害となった。この他にも、被害は発生しなかったが、1974年鳥海山などにおいて、積雪期の噴火により融雪型火山泥流の発生が確認されている。

融雪型火山泥流発生時には、大気－火山噴出物－積雪層間の熱輸送、積雪層の融雪、融雪水の浸透、滑り面の発生、泥流化などの素過程が複雑にからみあっていると考えられる。過去の研究事例は少ないが、伊藤らは高温土砂による融雪過程を解明することを目的として、高温土砂の供給による融雪実験を行った。その結果、供給土砂が高温、積雪密度が小さいなどの条件下において初期融雪水量が多く、かつ融雪水量のピークが顕著となることを示した。泥流発生の起因となる融雪および融雪水流出過程については、実験的に現象が検討されている段階であり、火山噴出物による融雪水発生のタイミングや量を推定する手法は確立していない。このように融雪型火山泥流は、被害が広範囲かつ大規模にわたる可能性が高い災害であるにもかかわらず、発生メカニズムを考慮した高精度の予測とそれに基づいた防災対策が立てられないのが現状である。

本研究では、H23年度に、融雪型火山泥流における鉛直一次元での融雪・融雪水の浸透過程に着目した基礎的実験を行うことで融雪過程の検討し、熱交換に基づいた融雪水流出モデルを提案した。また、焼岳北西麓の足洗谷流域を対象とした岩石磁気調査によって、2,300年前の焼岳噴火によって岩石の到達時の温度記録を計測し、火砕流や通常の土石流と異なり、それらの中間的な温度で到達した流れが存在したことを明らかにし、融雪型火山泥流が発生していた可能性が高いことを実証した。H24年度は、二次元斜面実験によって、融雪・浸透過程と共に、泥流の発生（土砂の流動開始）過程を解明した。また、対象流域において融雪水流出モデルとブロック集合モデルを用いることで、より現実性の高い泥流の流下・堆積シミュレーションモデルを行い、様々な積雪・土砂・熱条件が融雪型火山泥流の流下および侵食・堆積に及ぼす影響を検討した。これらの結果をもとに、融雪型火山泥流の発生が懸念されている焼岳や新潟焼山を対象としたハザードマップ作成に資する情報を提供することを目的とする。

目次

はじめに

研究の概要

平成 24 年度研究の流れ、スケジュール.....	0-1
研究内容、担当.....	0-2
共同研究者プロフィール.....	0-4

第 1 章 融雪泥流の流下状況に関する実験的研究

第 1 節 実験装置.....	1-1
第 2 節 高温土砂による融雪斜面実験.....	1-2
第 3 節 水、土砂による斜面流動実験.....	1-6
第 4 節 ハザードマップへの応用方法の検討.....	1-7

第 2 章 積雪層の融解・浸透過程に関する現地実験

第 1 節 実験概要.....	2-1
第 2 節 実験方法.....	2-4
第 3 節 結果及び考察.....	2-5

第 3 章 地中レーザ探査による土壌下の積雪に関する研究

第 1 節 地中レーザ探査による土壌下の積雪に関する研究.....	3-1
第 2 節 岐阜県焼岳の足洗谷における火砕流堆積層の地中レーザ探査に よる分類の研究.....	3-9
第 3 節 新潟焼山の火山噴出物の磁化の研究と噴火史の検討.....	3-12

第 4 章 数値シミュレーションを用いた積雪および噴火の諸条件下での火山 泥流発生予測

第 1 節 融雪水集水モデルの開発と適用.....	4-1
第 2 節 融雪が泥流の流下・堆積域に及ぼす影響の検討.....	4-10
第 3 節 まとめ.....	4-15

融雪型火山泥流災害の防災に関する地域への提言.....	5-1
-----------------------------	-----

平成 24 年度の研究の流れ、スケジュール

平成 24 年度の研究の流れについては、3 回の研究会を実施し、研究内容の詳細、研究成果の報告、研究成果の取りまとめ方等を協議した。また、現地での調査や実験等を行うとともに、得られたデータをもとに実際に想定される融雪型火山泥流災害のシミュレーションを行った。

	研究会	調査	実験	シミュレーション
4 月				
5 月	10 日 第 1 回			
6 月				
7 月		調査		
8 月				
9 月				
10 月				準備 実験
11 月	5 日 第 2 回			
12 月				
1 月				シミュレーション
2 月	23 日 第 3 回			
3 月	13 日 報告会			

図 0-1-1 全体スケジュール

研究内容、担当

1. 実験

①融雪泥流の流下状況に関する実験的研究

(担当：(独) 防災科学技術研究所雪氷防災研究センター統括主任研究員 上石 勲)

斜面における融雪型火山泥流発生メカニズムを高さ 1.5m、長さ 5m、最急斜面勾配 45° の模型斜面を使用し、高温土砂による融雪斜面実験及び水、土砂による斜面流動実験を実施し、ハザードマップへの応用方法を検討した。

②積雪層の融解・浸透過程に関する現地実験

(担当：京都大学防災研究所准教授 堤 大三)

本研究において前年度に、複雑な融雪型火山泥流発生メカニズムを極力単純化し、積雪・高温土砂・大気との 3 層を 1 次元的に配置させ、土砂の熱輸送、積雪層の融雪、融雪水の浸透の関与する積雪層の融解過程に着目した鉛直一次元融雪実験を実施し、加熱土砂による積雪層の融解、融雪水の積雪層内の鉛直浸透、底面からの流出の三つの異なるプロセスの連動過程を明らかにし、そのモデル化に成功した。

しかしながら、積雪層の融解によって発生した融雪水と土砂材料とが混合し、流動化する過程は鉛直一次元実験では再現できない現象であったため、そのプロセスは未だに解明されていない。そこで、今年度は融雪水と土砂材料との混合によって流動化し泥流が発生するプロセスに焦点を絞り、二次元水路を用いた融雪・泥流発生実験を実施する。

2. 調査

①地中レーザ探査による土壌下の積雪に関する研究

(担当：富山大学理工学研究部教授 酒井 英男)

東日本大震災以降、多発する地震に伴い、斜面崩壊等の土砂災害が発生している。豪雪地では、崩壊土砂が雪を巻き込んで堆積する可能性があり、土砂内の雪で生じる融雪水は地盤のゆるみや陥没を招いて、二次災害の原因となる。

この状況は、融雪型の火山泥流と二次泥流でも起きるので、積雪地での地震による崩壊土砂として本プロジェクトの研究で崩壊土砂中に残存する雪の状況を調査する。

土砂崩壊の現場での調査と共に、実験として土壌に雪・氷を人工的に埋めた地域での調査も実施し、研究方法の検討と改良も行う。

また、新潟焼山の溶岩流、火砕流の角礫および火砕サージ堆積物の残留磁化を研究して、特にそれらの火山噴出物の年代について検討した。

3. シミュレーション

(担当：京都大学防災研究所助教 宮田 秀介)

前年度に行った融雪・融雪水の浸透過程に着目した基礎的実験結果に基づいて融雪水の集水モデルを開発することで、発生泥流ハイドログラフの予測手法を提案する。

本モデルをさまざまな積雪条件や噴火噴出物の条件に適用することにより、これらの条件が発生する融雪型火山泥流ハイドログラフに及ぼす影響を検討する。

さらに、求められた発生ハイドログラフを既存の泥流の流下・堆積シミュレーションモデルに適用し、様々な積雪、発生条件が融雪型火山泥流の流下および侵食・堆積に及ぼす影響を検討する。

共同研究者プロフィール

【共同研究者代表】 堤 大三

京都大学 防災研究所 准教授

【共同研究者】 酒井 英男

富山大学 理工学研究部 教授

【共同研究者】 藤田 正治

京都大学 防災研究所 教授

【共同研究者】 宮田 秀介

京都大学 防災研究所 助教

【共同研究者】 上石 勲

(独) 防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター 統括主任研究員

【アドバイザー】

国土交通省北陸地方整備局 神通川水系砂防事務所長

高山市上宝支所長

【事務局】

(社) 北陸建設弘済会 北陸地域づくり研究所