

(1) 実施機関名：

京都大学防災研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）融雪火山泥流の発生・流動と噴火後の土石流・泥流発生ポテンシャルに関する観測と予測手法の開発

（英文） Observation and development of prediction methods for the generation and flow characteristics of snow-melting volcanic mudflows and the generation potential for debris/mud flows after eruptions

(3) 関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化

(4) その他関連する建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

(5) 大規模火山噴火

(5) 令和5年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

火山噴火時に発生が懸念される融雪型火山泥流について、これまでの融雪実験では、積雪層に加熱した土砂を供給することで、融雪がどのようなプロセスで進行するかを明らかにしてきた。その結果、積雪層上に加熱土砂が静置されている場合に比べ、積雪層と土砂が混合した条件の場合、劇的に融雪速度が大きくなることを明らかにした。これにより、粒径の小さい加熱土砂ほど熱の放出速度が大きく融雪速度も大きくなることがわかった。さらに、積雪層と火山噴出物の混合状況を推定するため、飛来する火山噴出物の積雪層への貫入特性に関する実験を行った。これらを総合して融雪型火山泥流の発生初期の動態を数値シミュレーションにより予測した。1962年の焼岳の噴火直後は、足洗谷流域で土石流が頻発した。しかし、近年は土石流の発生回数は非常に少なくなっている。このような現象の背景には、噴火に伴う火山噴出物の堆積による土石流発生ポテンシャルの急激な増加、火山噴出物の流出による土石流発生ポテンシャルの減少があると考えられる。一方、2019年の土石流の発生は、凍結融解作用などによる生産土砂の蓄積による土石流発生ポテンシャルの回復が影響していると考えられる。そこで、凍結融解作用による生産土砂の蓄積も考慮した土石流発生ポテンシャルの変化について流域土砂動態モデルを用いて検討した。その結果、堆積した火山噴出物の減少による土砂流出量の減少と凍結融解作用による土石流発生ポテンシャルの増加が明らかとなった。桜島の有村川流域で発生した土石流の流出波形をKinematic Wave法で計算される流出波形と比較し、両者が一致する流出係数と粗度係数の値を探索した。流出係数は降灰量が多いほど増大するが、大規模な土石流発生後は低下する傾向があることがわかった。現地に設置されたLVPセンサーのデータを解析した結果、Kinematic Wave法により流出波形が良好に再現される土石流は、再現性の低いものと比べ、土砂濃度が低く、含まれる石礫も小さいことが分かった。また、斜面表面における火山噴火堆積物のクラスト化及びクラストの破壊に着目した降雨実験と数値解析を実施し、クラストの形成及び破壊が斜面からの土砂流出特性に与える影響について検討した。その結果、クラスト無しの実験では斜面が広く浸食されて流路が形成された。一方、クラスト有りの実験では雨の強い場所でクラストが破壊されることで洗掘孔が形成され、クラスト破壊領域の上流側の境界で土砂が崩落してクラストが破壊されることによってガリが上流に向かって発達する様子が観察された。さらに、桜島の有村川で土石流の間隙流体のみを導流し濃度を連続観測するシステムを構築した。観測された土石流の間隙流体濃度は、採水による既往研究と同程度の濃度が計測された。

(6) 本課題の5か年の到達目標：

融雪火山泥流の発生時の火山噴出物による雪の融解過程や融雪火山泥流の氾濫範囲、流速と流動深の時空間的な変化を予測する手法の確立を目的として、焼岳火山を対象に観測と予測モデルの開発を行う。さらに、火山噴出物の堆積や流出による土石流・泥流の発生ポテンシャルの時間的な変化と火山を有する流域からの土砂流出過程を予測する手法の確立を目的として、桜島、メラピ、焼岳の火山を対象に観測と予測手法の開発を行う。

(7) 本課題の5か年計画の概要：

令和6年度：（桜島火山）有村川において土石流の土砂濃度観測を実施する。これまでに有村川および野尻川において観測された水位、流量、LVPセンサーのデータ、XMPレーダーによる降水量、降灰量のデータの収集・整理をする。桜島東側斜面に形成されているガリの形状をドローンを用いて計測する。（メラピ火山）現地に設置されている降雨、水位観測装置の状況を確認するとともに、2018年以降の観測データを回収する。（焼岳火山）大規模な土砂流出に対応できる計測手法を検討するとともに、足洗谷流域で流砂観測を行う。焼岳で発生する融雪型火山泥流を対象として、これまで実施した融雪実験等の整理を行い、融雪型火山泥流の発生機構の未解明な要素について検討を行う。

令和7年度：（桜島火山）前年度に引き続き、土石流の土砂濃度観測、ガリ形状の計測、有村川・野尻川の各種データの収集・整理をする。取得された流出量と降水量の関係を流出解析モデルで良好に再現出来るような計算パラメータ（透水係数、地表面の粗度係数）の最適値を土石流イベント毎に求める。また、不攪乱火山灰堆積箇所でのクラスト強度と透水特性を計測する。（メラピ火山）現地に設置されている降雨、水位観測装置のメンテナンス、データ回収を行い、桜島火山を対象に構築した流出解析モデルをメラピ火山に適用できるように改良する。（焼岳火山）足洗谷流域を対象に大規模な土砂流出イベントにも対応できるような流砂観測体制を構築する。観測結果を利用して流域土砂動態モデルに改良を加える。火山噴火時の熱水噴出が融雪機構に及ぼす影響について、焼岳での現地積雪を用い、水路実験を実施して検討を行う。

令和8年度：（桜島火山）前年度に引き続き、土石流の土砂濃度観測、ガリ形状の計測、有村川・野尻川の各種データの収集・整理をするとともに、土石流の流動メカニズムについて検討する。流出解析モデルの計算パラメータの最適値を土石流イベント毎に引き続き求める。計算パラメータと降灰量との関係について解析する。（メラピ火山）現地に設置されている降雨、水位観測装置のメンテナンス、データ回収を引き続き行い、メラピ火山用の流出解析モデルに改良を加える。（焼岳火山）足洗谷流域で流砂観測を継続するとともに観測結果を利用して流域土砂動態モデルに改良を加える。火山噴火時の熱水噴出が融雪機構に及ぼす影響について、焼岳での現地積雪を用い、水路実験を実施して検討を行うとともに碎流と積雪層との混合による融雪過程について、現地実験によって検討を行う。

令和9年度：（桜島火山）前年度に引き続き、土石流の土砂濃度観測、有村川・野尻川の各種データの収集・整理をするとともに、噴火起源の土砂供給と土石流の流動性の関係について検討する。降雨・流出の関係を流出解析モデルで良好に再現出来る計算パラメータの最適値を引き続き求める。また、クラストの形成・破壊を考慮したガリの発達・統合過程の数値シミュレーションを実施する。（メラピ火山）現地に設置されている降雨、水位観測装置のメンテナンス、データ回収を引き続き行う。桜島と同様の解析を行い、流出モデルの最適パラメータを求める。計算パラメータと降灰量、降水量の経時変化を予測するモデルを構築する。（焼岳火山）足洗谷流域では流砂観測を継続するとともに流域土砂動態モデルにより、流域土砂動態モデルにより噴火が起きた後の土石流発生ポテンシャルの時間変化を検討する。火砕流と積雪層との混合による融雪過程についての現地実験による検討を継続するとともに、泥流の流動による斜面・溪床の侵食過程を考慮した数値シミュレーションモデルによって融雪火山泥流の発達・流下・減衰過程について検討を行い、泥流の氾濫範囲、流速と流動深の時空間的な変化を予測する手法の開発を行う。

令和10年度：桜島火山の有村川、焼岳火山の足洗谷流域での観測を継続し、噴火後の土石流発生ポテンシャル予測手法を構築する。また、クラストの形成・破壊とガリの発達が土石流発生ポテンシャルに与える影響を示す。焼岳火山による泥流の氾濫範囲、流速と流動深の時空間的な変化を予測する手法の完成を目指すとともに、これまでの成果のとりまとめを行う。桜島火山の有村川・野尻川、インドネシメラピ火山で観測された各種データを収集・整理し、新規に取得したデータを用いて計算パラメータと降灰量、降水量の経時変化を予測するモデルの検証を行う。

(8) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

中道治久（京都大学防災研究所火山活動研究センター）

他機関との共同研究の有無：有

宮田秀介（京都大学大学院農学研究科）,権田豊（新潟大学）,堤大三（信州大学）

(9) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：

電話：

e-mail：

URL：

(10) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：竹林洋史

所属：京都大学防災研究所