

令和 6 年 6 月 4 日現在

機関番号：10103

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H02404

研究課題名（和文）破砕性を示す火山灰質土からなる自然斜面の崩壊機構の解明と危険度評価システムの開発

研究課題名（英文）Elucidation of failure mechanisms of natural slopes formed from crushable volcanic soils and development of risk assessment system

研究代表者

川村 志麻（Kawamura, Shima）

室蘭工業大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：90258707

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 11,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、平成30年北海道胆振東部地震で被災した厚真町周辺の自然斜面を対象に、甚大化する自然外力に対する火山灰斜面の今後発生し得る斜面崩壊の危険度を評価する方法を検討している。

一連の研究成果として、1) 崩壊した自然斜面の特徴と構成土粒子の粒子破砕量（風化度）の把握と工学的評価、2) 崩壊した自然斜面の構成土粒子の物理化学特性・力学挙動の把握と現地計測による斜面内の挙動評価、3) 複合外力（地震+降水）による火山灰質斜面の安定性評価法の確立、4) 破砕性粒状体からなる自然斜面の将来危険度予測と評価手法の提案などが挙げられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我が国には、火山灰質土を基盤とする地域（例えば、九州地方など）が多数存在し、その地域では甚大な自然災害被害が発生している。本研究では、降下火砕堆積物からなる自然斜面の検証事例として、平成30年北海道胆振東部地震による大規模斜面崩壊が発生した地域を対象に研究を進めた。本研究の成果は、北海道という厳しい自然環境条件下にあることを考慮すると、同様の火山灰斜面分布地域のモデルケースとして展開可能であり、また火山灰質土からなる斜面の災害発生確率の高い地域におけるリスクアナリシスへの利用や自治体の地域の防災計画の提案など、国民への啓蒙活動も含め、非常に応用範囲が広いものであり、学術的・社会的意義は大きい。

研究成果の概要（英文）：This study focuses on failure of natural slopes in Atsuma town, which was damaged by the 2018 Hokkaido Eastern Ibura Earthquake, and investigates the methods to assess the future risk of slope failure on volcanic slopes due to increasingly severe natural external forces.

The results of this study include:1) understanding and engineering evaluation of the characteristics of collapsed natural slopes and the amount of particle breakage (degree of weathering) of the constituent soil particles, 2) understanding the physicochemical properties and mechanical behavior of the constituent soil particles of collapsed natural slopes and the evaluation of their behavior in the slope through field monitoring, 3) proposing a method to evaluate the stability of volcanic slopes due to combined external forces (earthquakes and precipitation), and 4) proposing a prediction method of the future risk of natural slopes composed of crushable granular materials such as volcanic coarse grained soils.

研究分野：地盤工学

キーワード：火山灰質土 斜面崩壊 風化 粒子破砕 気候変動

### 1. 研究開始当初の背景

我が国は、国土の約 40%が火山性の碎屑岩や火山灰質土で覆われている。これらを構成する斜面・地盤では、地震や近年の気象変動（気象危機）に起因する豪雨などの自然外力の増大によって、また物理的・化学的風化に起因した構成土粒子の粒子破碎などの力学的劣化によって、土砂災害が頻発している。特に、平成 28 年熊本地震や平成 30 年北海道胆振東部地震では、南阿蘇村や厚真町を中心とする地域において、降下火砕堆積物からなる自然斜面が大規模崩壊したことは記憶に新しい。これらの土砂災害の素因を調査すると、斜面を構成する火山灰質土の粒子破碎（圧砕、細粒化）が確認されている。このことは、すべり面の発生、すなわち物理的・化学的風化に起因する構成土粒子の粒子破碎や変質によって形成された粘性土質・細粒土質の土層がすべり層として発達し、斜面崩壊を誘発したことを示唆している。

周知のように、環太平洋火山帯に属する日本列島には、第四紀火山による爆発的な噴火によって火山噴出物が大量に放出され、各地の地盤を形成している。これらの火山灰質土の力学的な性質は、その構成土粒子の破碎性や、非塑性細粒土分の取扱いなどにおいて通常の砂質土や粘性土とは明らかに異なる評価軸が必要であることが既往の研究からも指摘されている。前述の地域以外においても、液状化現象も含め、多くの火山灰斜面・地盤の地盤災害が報告されている。また、火山灰地盤・斜面が全国とほぼ同じ比率を持つ北海道を例にとると、凡そ 100 年間の斜面災害事例 131 件では、その 44%が火山性岩と火山灰質土からなる斜面で発生している（図-1）。そのため、通常の砂質土や粘性土と異なる火山灰質土の実際の粒子破碎量（細粒分）を評価し、力学的特異性を生むプロセスを解明すること、甚大化する自然外力に対する火山灰斜面の今後発生し得る斜面崩壊の危険度を評価する方法（システム）を開発することは社会的にも急務である。

### 2. 研究の目的

本研究では、上記の社会的背景・要請に答えるために、対象地域である北海道（特に北海道胆振東部地震で被災した厚真町周辺の自然斜面）を対象に研究を進めた。具体的には、4 名からなる研究者で、当初、以下の 3 つの研究目的のもと、研究に取り組んだ。

#### ①自然斜面の粒子破碎量（細粒分量、変質量）の把握

本研究では、風化の進行度合いを粒子破碎量（細粒分量）として評価し、自然斜面の現地調査、原位試験から、粒子破碎量が自然斜面にどの程度含まれているのか、また、その量によって火山灰質土の強度と斜面の安定性はどの程度変化するかを定量的に示し、風化度評価指標を作成する。最終的に、粒子破碎量から斜面の強度低下率を推定可能な評価法を提案する。

#### ②自然外力履歴が火山灰斜面の粒子破碎に及ぼす影響とその評価モデルの構築

このような破碎性を示す火山灰質土からなる自然斜面において、物理的・化学的風化（粒子破碎または細粒化、変質）がどのような環境下で進行するのかなど、その発生のプロセスについては未だ解明されていない。ここでは、①のテーマと併行して、地震、降雨、凍結・融解、融雪がトリガーとなって起こる風化現象（粒子破碎とそれに伴う物性の変化）に着目し、粒子破碎発生のプロセスを調査する。また、個別要素法（DEM）と X 線 CT スキャンを用いた解析により、ミクロ的にみた構成土粒子の粒子破碎の仕方（擦れが主たる場合、または割裂が主たる場合など）を観察し、粒子破碎のメカニズムの違いによって、斜面強度がどのように変化するかをモデル化する。

#### ③複合外力（地震＋降水量）による火山灰質斜面の将来危険度予測と評価手法の開発

北海道は、他地域に比べ、厳しい積雪寒冷気候下にある。そのような地域では、水資源を積雪に依存していることから、気候変動の影響が大きいと推測される。ここでは、気候変動予測データをもとに、現在気候、将来気候に対する火山灰質自然斜面の詳細な安定解析および安定性の評価を行う。自然外力は、斜面に降水（降雨＋積雪）量として与え、地震によって斜面崩壊が発生した箇所、発生していない箇所で、将来、どの程度、斜面崩壊リスクが高まるのかを定量的に示す。その結果にもとづいて、将来気候に対する斜面の安定性評価とリスク評価法（システム）の開発を行う。併せて、直接の斜面崩壊の誘因となる自然外力（降雨履歴と地震動履歴）の履歴の順番に違いが斜面崩壊に及ぼす影響を実験的・解析的に定量化し、評価する。

### 3. 研究の方法

本研究の目的を達成するために、室内実験、現地調査、データの統計的な分析、数値解析など

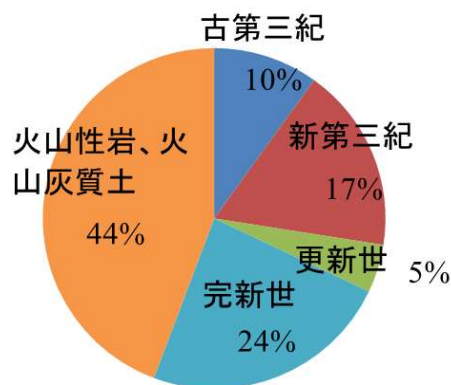


図-1 構成地質別の発生件数

を総合的に実施した。また、成果が出た段階で、随時その成果を個人あるいはグループでとりまとめ、学会概要や学術原著論文としてまとめることを心掛けた。主要な研究の具体的な取り組み方法を整理すると以下のようなものである。

(1) 斜面崩壊が発生した北海道厚真町の自然斜面において、現地調査と原位置試験を行った。はじめに崩壊素因を解明し、地層の観察から、粒子破碎の有無とその細粒分量及び斜面の強度特性の関係を把握した。また、崩壊が発生した地点と発生しない地点の違いについて調査した。

(2) 同自然斜面において、加速度計、土壌水分計、間隙水圧計、気温・地温計、変位計を設置し、気象の変化に伴う斜面内挙動の変動を把握した。土粒子の粒子破碎に及ぼす環境因子を整理した。

(3) 保有している凍結融解履歴型一次元（水平方向）振動載荷装置を、実際の地震動に近い条件（上下地震動）が再現できる多機能型振動載荷土槽装置に改良した。それと併せて静的及び繰返し三軸試験結果を実施し、地震動によって粒子破碎がどの程度生じるのかを定量化した。また、降雨の有無による乾湿繰返しや凍結融解による粒子破碎の特徴を調べた。最終的にその特徴をX線画像解析と個別要素法（DEM）解析（PFCソフト利用）により評価し、粒子破碎のメカニズムを考察した。

(4) 気候変動予測データをもとに、将来気象予測データに基づいた自然斜面の安定性を評価した。また、北海道の他地域における気候変動の影響評価を行い、土砂災害に際するリスク評価を行った。

#### 4. 研究成果

本研究で得られた一つの主要な研究成果をまとめると以下のようなになる。

##### ①崩壊した自然斜面の特徴と構成土粒子の粒子破碎量（風化度）の把握

対象斜面は日高幌内川流域の大規模岩盤すべりによって河道閉塞が生じた崩壊地露頭と東和川流域の崩壊地露頭、そして知決辺川流域の崩壊地の露頭の3地点であり（図-2）、土壌硬度試験などの原位置試験の実施、および崩壊の素因と考えられる樽前降下火砕堆積物（Ta-d）試料を採取し、室内物理力学試験を行った。

その結果、各流域にある崩壊地の特徴、例えば、斜面勾配分布図と流域面積に対する崩壊地面積率の比較では（表-1）、いずれの地域も斜面角 $25^{\circ}$ ～ $30^{\circ}$ において崩壊頻度が高く、また東和川流域が一番高いことが明らかにされた。さらに、風化の度合いを示す強熱減量試験結果（日高幌内川流域試料では12%、東和川流域試料では15%、知決辺川流域試料では9%）からも、崩壊地面積率が高いほど強熱減量の値も高くなっていることが確認された。このことから、流域の違いによって樽前降下火砕堆積物（Ta-d層）の風化の進行の程度が異なることが明らかにされた。また、すべりが多発したTa-d層について、崩壊を免れた斜面における堆積構造や物性も併せて検討し、Ta-d層はi層～v層に区分され、白色粘土化帯はiii層中に形成されていることが多いことや、谷頭凹地など斜面凹部で高含水層として顕著に発達する一方、尾根部ではあまり発達せず、それが崩壊の素因となった可能性があることが示された。

##### ②崩壊した自然斜面の構成土粒子の物理化学特性・力学挙動の把握と現地計測による挙動評価

次に、斜面を構成する土粒子の風化が崩壊に影響を及ぼしている可能性が高いことから、上述の日高幌内川流域露頭観察地点の火山灰質土を対象とした室内試験（X線回折と相対的な定量分析（RIR法）、一面せん断試験）を実施し、併せて、自然斜面天端部において土壌水分計、間隙水圧計、気温・地温計、積雪深計を設置し、現地計測を実施した。

X線回折および定量分析では、Ta-d細粒軽石層（図-3の②と③層）から、粘土鉱物であるハロイサイトが検出され、特にTa-d細粒軽石層（②層）において、ハロイサイトの割合が大きいことが確認された（図-4）。このことは、1つの崩壊パターンとして、風化が進行した粘土層において、すべり崩壊が発生した可能性があることが示された。

また、斜面強度を調べる力学試験（一面せん断試験）結果からもこのことは明らかにされている。特に、試験前後（粒子破碎前後）の含水比が90%の変化しており、このハロイサイトを含む脆弱な火山灰質土によって形成された地層に、強振動によるせん断力がかかることで粒子破碎が発生し、土粒子中の水が発生し混ざり合うことで流動化し、北海道胆振東部地震では長距離流動のような挙動を引き起こしたのではないかと推察することができる。このハロイ

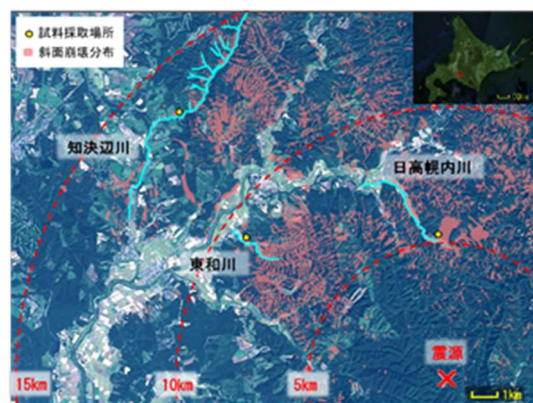


図-2 調査地と震央から距離と崩壊地分布（地理院地図に加筆）

表-1 各流域の崩壊地面積率

流域名	流域面積 (km <sup>2</sup> )	崩壊地面積 (km <sup>2</sup> )	崩壊地面積率 (%)
東和川	5.08	1.95	35.3
日高幌内川	13.70	3.10	22.6
知決辺川	20.07	2.09	10.4

サイトは常時水が供給される深いところで形成されることから、降雨の影響も含め、現地観測を行い、実斜面内の水の推移や降雨時の土壌水分と間隙水圧の変化から斜面崩壊に及ぼす影響因子について検討した。

図-5 に設置した機器とその地点の堆積状況を示す。特に、本調査地のすべり面となったとされる 170cm 地点に設置したテンシオメータで測定した間隙水圧の挙動を一例として示す (図-6)。結果より、10mm/day 程度の降雨では斜面の間隙水圧に変化はないが、ある程度まとまった連続降雨を受けると 170cm 地点においても影響があることが明らかとなった。また、11/26 から上昇した間隙水圧は少しずつ上昇し続けており、3/15 には飽和に近い値まで上昇していた。融雪水などによって、常に水が供給され吸収し、常時保水されて、飽和に近い状態に近づいている。このことから、本調査地ではハロイサイトの形成環境にあると考えられ、すべり崩壊に寄与している可能性があることが示唆された。

### ③複合外力(地震+降水量)による火山灰質斜面の安定性評価法の確立

ここでは、試作した多機能型振動載荷土槽装置を用いて、地震動による樽前降下火砕堆積物からなる斜面内土粒子の粒子破碎の有無を明らかにした。特に強振動を受けることによって、樽前降下火砕堆積物 (Ta-d) のように、粒子破碎が卓越する火山灰粗粒土からなる自然斜面では、地震時の繰返しせん断によって粒子破碎が誘発され、そのことが斜面の不安定化を引き起こす可能性があることを突き止めた。さらに、Ta-d の土粒子の単粒子破碎強度を調べ、乾湿の影響や粒子破碎モードを示し、粒子破碎のモデル化を提案した。その後、3D プリント粒子による再現も行っており、実際の単粒子挙動の再現から土粒子の集合体としても挙動再現に対する基礎的検討も実施した。

### ④破碎性粒状体からなる自然斜面の将来危険度予測と評価手法の検討

厚真川流域における 1km 格子 NHRCM20 の現在気候と将来気候の降雪水量および気温の変動を把握した。その結果、厚真川流域における年間降雪水量は、現在気候が平均値 156mm、最大値 218mm、最小値 105mm、将来気候が平均値 94mm、最大値 123mm、最小値 45mm となった。また、気温からは凍結指数が大きく減少するが、厳冬期 (1 月~2 月) の日平均気温が 0℃付近に推移することで、凍結融解の発生頻度が増える可能性が示唆された。降雪水量と気温の観点からは、総合的に凍結融解の影響を受けやすくなる地域であることが明らかにされた。この凍結融解ならびに乾湿の影響を考慮した安定解析では、将来気候における斜面災害リスクの増大の可能性が示された。

さらに、気候変動予測データ (d4PDF) をもとに、当該地域の将来気象予測データを整理し、当該地域における土砂流出量の推算、および気候の不確実性を考慮した斜面災害発生リスクの推定法を検討した。

以上のような研究成果を総括し、本研究の成果とした。

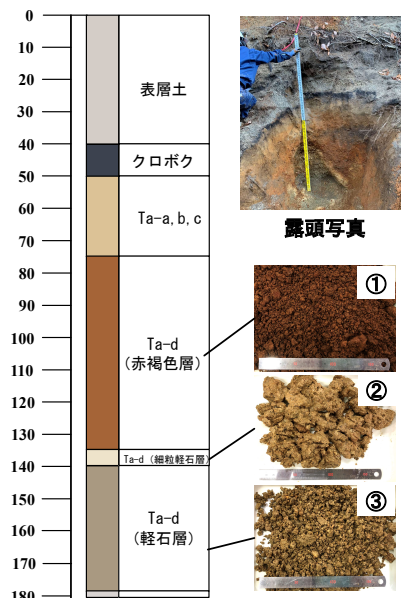


図-3 調査地の土柱図と試料写真

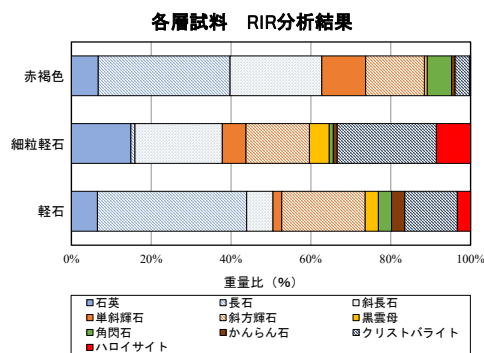


図-4 各試料の定量分析結果

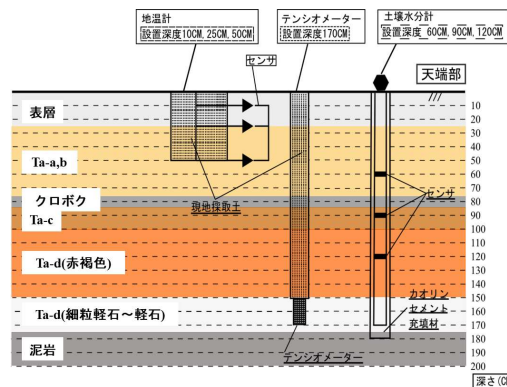


図-5 機器設置深さと各層との関係

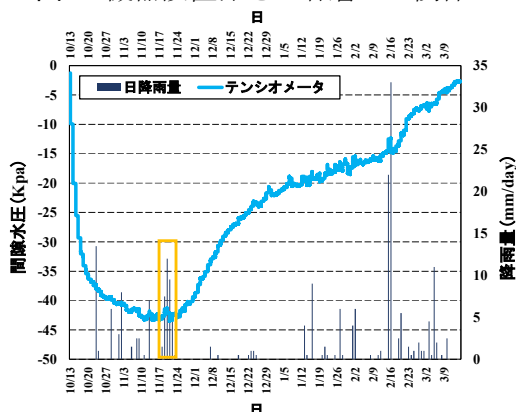


図-6 間隙水圧と降雨の関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Nguyen Trong Nam, Kawamura Shima, Dao Minh Hieu, Inaba Takumi	4. 巻 14
2. 論文標題 Influence of Fines Content on the Stability of Volcanic Embankments under Rainfall and Earthquake	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Water	6. 最初と最後の頁 2096 ~ 2118
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/w14132096	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 KATAYOSE Riku, NAKATSUGAWA Makoto, ISHIKAWA Tatsuya	4. 巻 78
2. 論文標題 ESTIMATION OF OCCURANCE OF SLOPE DISASTER RISKS ASSOCIATED WITH CLIMATE CHANGE CONSIDERING RAINFALL AND SNOWMELT PROCESSES	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering)	6. 最初と最後の頁 I_91 ~ I_96
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2208/jscejhe.78.2_I_91	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Chen, Y. and Nakatsugawa, M.	4. 巻 13
2. 論文標題 Analysis of Changes in Land Use/Land Cover and Hydrological Processes Caused by Earthquakes in the Atsuma River Basin in Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 1-18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/su132313041	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 川井翼, 中津川誠, 関 洵哉	4. 巻 77
2. 論文標題 大量アンサンブルデータを用いた急流河川の侵食危険度の評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集B1(水工学), Vol.77, No.2	6. 最初と最後の頁 I_199-I_204
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shima Kawamura, Seiichi Miura, Satoshi Matsumura	4. 巻 35
2. 論文標題 Stability Monitoring of Embankments Constructed by Volcanic Coarse-Grained Soil in Snowy-Cold Regions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Cold Regions Engineering	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1061/(ASCE)CR.1943-5495.0000240	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shima Kawamura	4. 巻 6
2. 論文標題 Lessons from Recent Geo-Disasters in Hokkaido Under Earthquake	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Understanding and Reducing Landslide Disaster Risk, ICL Contribution to Landslide Disaster Risk Reduction	6. 最初と最後の頁 35-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-60713-5_4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Matsumura Satoshi, Kawamura Shima, Kandpal Lalit, Vangla Prashanth	4. 巻 18
2. 論文標題 3D printed porous particle and its geotechnical properties	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Acta Geotechnica	6. 最初と最後の頁 5735 ~ 5753
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11440-023-01981-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計22件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Tsubasa Kawai, Makoto Nakatsugawa, Junya Seki
2. 発表標題 Evaluating The Risk of Erosion from Steep-Slope Rivers Using Downscaled d4PDF Data
3. 学会等名 The 39th IAHR World Congress (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 片寄 陸, 関 洵哉, 中津川 誠
2. 発表標題 d4PDFを用いた降雨と融雪を誘因とする積雪寒冷地域の斜面災害危険度の推定
3. 学会等名 令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川村季実佳, 川村志麻, 松村聡
2. 発表標題 樽前降下火砕堆積物(Ta d)の水分特性が強度特性に及ぼす影響
3. 学会等名 令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村川龍介, 川村志麻, 川村季実佳, 瀧本陸人
2. 発表標題 樽前降下火砕堆積物からなる自然斜面の風化の影響と斜面の安定解析評価
3. 学会等名 第63回地盤工学会北海道支部技術報告会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 久保悠太, 川村志麻, 佐藤将弥, 桃井玲奈, 尾崎青澄
2. 発表標題 破碎性地盤の支持力特性とその評価
3. 学会等名 第63回地盤工学会北海道支部技術報告会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 廣瀬 亘
2. 発表標題 強震動に伴うテフラ層すべりの発生初期過程-北海道胆振東部地震を例として
3. 学会等名 日本地質学会第129年学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣瀬 亘
2. 発表標題 2018年北海道胆振東部地震に伴い発生した地盤災害の特徴
3. 学会等名 日本地震学会強震動委員会 第39回研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤将弥, 川村志麻, 松村聡, 川村季実佳, 村川龍介
2. 発表標題 多孔質粒状体の単粒子破砕強度に及ぼす諸要因の影響
3. 学会等名 令和3年度_地盤工学会北海道支部年次技術報告会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川村季実佳, 川村志麻, 古賀匠
2. 発表標題 樽前降下火砕堆積物 (Ta-d) の圧密特性と粒子破砕
3. 学会等名 令和3年度_第56回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 二階堂樹, 中津川誠, 関洵哉
2. 発表標題 気候変動の影響を考慮した災害未経験地域の斜面災害危険度の推定
3. 学会等名 令和3年度_第76回土木学会全国大会年次学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉岡優希, 関洵哉, 中津川誠
2. 発表標題 気候変動に伴う西胆振地域での斜面災害危険度の推定
3. 学会等名 令和3年度_第78回土木学会北海道支部年次研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 片寄陸, 関洵哉, 中津川誠
2. 発表標題 d4PDFによる降雨と融雪過程を考慮した気候変動に伴う斜面災害危険度の評価
3. 学会等名 令和3年度_第78回土木学会北海道支部年次研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 千田侑磨, 川村志麻, 木戸菜摘, 佐藤将弥
2. 発表標題 気候変動と斜面の物性変化を考慮した火山灰斜面のリスク評価
3. 学会等名 令和2年度地盤工学会北海道支部年次技術報告会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川村季実佳, 川村志麻, 古賀匠
2. 発表標題 樽前降下火砕堆積物 (Ta-d) の物理力学特性に及ぼす風化の影響とその評価
3. 学会等名 令和2年度地盤工学会北海道支部年次技術報告会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 千田侑磨, 川村志麻, 鈴木大貴
2. 発表標題 気候変動の影響を考慮した火山灰斜面の地盤災害リスク評価
3. 学会等名 第75回土木学会年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川村季実佳, 川村志麻, 古賀匠
2. 発表標題 樽前降下火砕堆積物 (Ta-d) の圧密特性と粒子破碎
3. 学会等名 第75回土木学会年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 二階堂樹, 関洵哉, 中津川誠
2. 発表標題 気候変動に伴う室蘭地域での斜面災害危険度の推定
3. 学会等名 令和2年度土木学会北海道支部年次研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tsubasa Kawai, Makoto Nakatsugawa
2. 発表標題 A STUDY ON EROSION RISK ASSOCIATED WITH CLIMATE CHANGE
3. 学会等名 The 40th IAHR World Congress (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Nguyen T. N, Kawamura.S. Dao Minh Hieu and Inaba, T.
2. 発表標題 Effects of fine particles content on earthquake-induced failure of volcanic embankments subjected to rainfall
3. 学会等名 International Conference on Geotechnics for Sustainable Infrastructure Development (GEOTEC HANOI 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 廣瀬巨
2. 発表標題 テフラ層すべりを準備したテフラ被覆斜面の地質構造
3. 学会等名 日本地質学会第130年学術大会 (京都大会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 平沢陽子, 稲尾凌, 中津川誠
2. 発表標題 積雪寒冷地の任意地点に適用可能な通年流出計算手法の提案
3. 学会等名 令和5年度土木学会北海道支部年次技術研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 村川龍介, 川村志麻, 川村季実佳, 松村聡, 後藤凜
2. 発表標題 樽前降下火砕堆積物の圧密・せん断に伴う粒子破碎とその評価
3. 学会等名 令和5年度地盤工学会北海道支部技術報告会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 廣瀬 亘 (「地震による地すべり災害」刊行委員会 編)	4. 発行年 2020年
2. 出版社 北海道大学出版会	5. 総ページ数 355
3. 書名 地震による地すべり災害 - 2018年北海道胆振東部地震 -	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	中津川 誠 (Nakatsugawa Makoto)  (10344425)	室蘭工業大学・大学院工学研究科・教授  (10103)	
研究分担者	松村 聡 (Matsumura Satoshi)  (20748305)	国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所・港湾空港技術研究所・主任研究官  (82627)	
研究分担者	廣瀬 亘 (Hirose Wataru)  (30446364)	地方独立行政法人北海道立総合研究機構・産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所・研究主査  (80122)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

## 8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
インド	Indian Institute of Technology			
ベトナム	Hanoi Architectural University			