

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：11601

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K18785

研究課題名（和文）革新的な土砂災害モニタリングを構築するための化学的風化指標の開発

研究課題名（英文）Development of chemical weathering index to build innovative landslide monitoring

研究代表者

川越 清樹（KAWAGOE, SEIKI）

福島大学・共生システム理工学類・教授

研究者番号：30548467

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、緊急避難よりも防災効果の高くなる事前の被災回避に繋がる具体的な情報を提供できる科学技術を確立を目標にしたものである。流域から流出される基底流の流出の水質の化学成分を用いて、地質の風化度を求める科学技術を開発することに取り組んだ。マスマーブメントの多発した日本列島の花崗岩類地帯の事例を収集して、流域の基底流のサンプリングを進めた。サンプリング試料の化学成分による水質を比較して、花崗岩類地質の風化度を同定できる化学成分による特性を求めた。この特性から化学的風化指標を求めて、マスマーブメントとのリスクの導出を試みた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

気候変動に基づく豪雨頻発の危惧より、災害対策の高度改良だけでなく、多岐の科学技術を導入した安全な社会構築に向けての防災効果の高い革新的な防災技術の開発が急務である。本課題では、人的被害を引き起こしやすい土砂災害の発生予知と事前の被災回避を目的にして、花崗岩類の流域の基底流の化学成分を広域で比較することで風化度を同定をはかり「化学的風化指標」と「指標を用いたモニタリング」に寄与できる防災技術の開発に取り組んだ。「緊急避難」よりも防災効果の高い「風化進行が活発であり、安全のために早急に移転する必要がある」等の「事前の被災回避」に繋がる具体的な情報を提供できる科学技術の基盤情報を求めている。

研究成果の概要（英文）：The goal of this study was to establish scientific technology that can provide specific information that can lead to avoidance of damage in advance, which is more effective for disaster prevention than emergency evacuation. We worked to develop scientific techniques to determine the degree of geological weathering using the chemical composition of the water quality of base flow runoff from a watershed. We collected examples from granitic areas in the Japanese archipelago where mass movements were frequent, and proceeded with sampling of basement flows in the watersheds. The water chemistry of the sampled samples was compared to obtain chemical properties that can identify the degree of weathering of the granitic geology. From these characteristics, a chemical weathering index was obtained and an attempt was made to derive risk from the mass movement.

研究分野：防災工学

キーワード：化学的風化指標 土砂災害発生予知 化学成分 被災回避 基底流 花崗岩類

### 1. 研究開始当初の背景

近年、観測史上最大値を更新する降雨量、および豪雨頻度の増加が認められ、数値気候モデルより予測される降水の極端化の傾向<sup>1)</sup>と一致する事例も生じている。また、こうした事例の代表となる平成 29 年 7 月九州豪雨、平成 30 年 7 月豪雨や令和元年東日本台風では、水と土砂の一体化した規模の大きな流出に伴う災害が頻発し、河川砂防基準で土砂・洪水氾濫が定義されるまでに至っている。気候変動の影響により今後も甚大な土砂も含めた流出の増発も危惧され、ハードとソフトの両面で対策を強化、および効率的に対策整備する必要性が高まっている。予めリスクの高まる領域を抽出することは、広域の対策整備選定の効率化に有効であり、既に、1966 年当時に土砂災害危険箇所、2001 年以降は土砂災害警戒区域等が設定された<sup>2)</sup>経緯もある。ただし、降雨などの誘因を含まない素因のみで設定された区域、かつ危険度の高低を明示したのではないため、対策の効率化に用いるには不足したリスクの情報となる。この課題もふまえて、降雨条件を含めた土砂に関わるリスクを求める研究が取り組まれ、数値地理情報を利用して斜面崩壊リスクを求める事例<sup>3),4)</sup>、流出モデルを用いた数値解析モデルからリスクを求める事例<sup>5),6)</sup>、斜面安定解析からリスクを求める事例<sup>7),8)</sup>などが開発され危険度の高低の明示が取り組まれた。多岐にわたるアプローチで土砂に関わる危険度の高低からリスク情報を示す研究が取り組まれている一方で、素因となる地質に着目して、定量化、かつ指標化したリスクの導出事例は少ない。通例、地質からリスクを導出するためには地質図を利活用が有効であり、地域に特化して整理された情報を統合化したシームレス地質図なども開発されている<sup>9)</sup>。しかしながら、リスクの程度は、地質の風化状態にも寄与するため、地質分布のみで簡易に同定することは困難である。この課題に対して風化を同定する方法として取り組まれているものが、地層から流出、湧出した水質を利用してリスクに関わる情報を取得する試みであり、多岐にわたる元素の化学成分を検証するとともに、各成分の溶出量を求めるアプローチも検討することが望ましい。

### 2. 研究の目的

背景をふまえ、本研究では、「緊急避難」よりも防災効果の高い「風化進行が活発であり、安全のために早急に移転する必要がある」等の「事前の被災回避」に繋がる具体的な情報を提供できる科学技術を確立させるため、水質の利用による定量化、指標化に向けた地質の風化度のリスクを求めることを目的と設定した。令和元年東日本台風時に土砂洪水氾濫を誘発したマスマーブメントの頻発した花崗岩類の分布する阿武隈高地を基盤データ取得領域にして、日本列島各地の花崗岩類地域を対象に基底流の化学組成や成分を対象にした比較検討を進めた。また、この比較検討より花崗岩類地質の風化度を同定できる化学成分によるリスクの導出を試みた。これらの研究の取り組みを進めることで、基底流出した表流水から取得される化学成分情報を基に地質の風化進行度を誘導できる化学的風化指標を開発し、マスマーブメントの発生を予知する知見を求め、土砂災害をモニタリングできる防災技術を確立させることを試みた。

### 3. 研究の方法

#### (1) 研究対象領域

日本列島各地の花崗岩類地域の地質風化度の同定によるリスクの導出のために設定した研究領域は、令和元年東日本台風にてマスマーブメントの頻発した阿武隈高地の他、A~G に示される日本列島に分布する 7 エリアである(図-1 参照)。この対象領域で分析に用いるサンプルデータを取得して、花崗岩類の風化を同定するための化学成分の溶出データを導出した。また、各地域の化学成分を比較することで、花崗岩類の風化進行度を誘導できる化学的風化指標を検討した。なお、研究の対象地域以外にも花崗岩類の領域が残されているが、今回は、過去 10 年に 100mm 以上の日降水量が 10 回前後、おおよそ 200mm/day の認められた花崗岩類の分布する

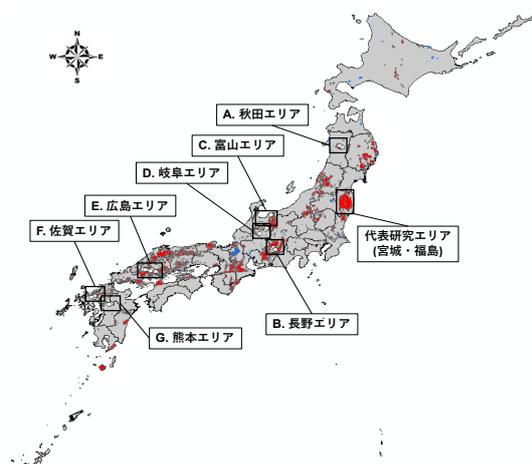


図-1 研究対象領域位置図(赤が花崗岩類分布域)

エリア	地質年代										備考欄 (主要岩種)	
	新生代			中生代								
	第四紀	新第三紀	古第三紀	白堊紀 後期	白堊紀 前期	ジュラ紀 後期	ジュラ紀 中期	ジュラ紀 前期	三疊紀			
	2.58(百万年前)	23.03	66.0	100.5	145.0	163.5±1.0	201.3±0.2	174.1±1.0				
A.秋田												角閃石黒雲母花崗閃緑岩・トナール岩・黒雲母花崗岩など (G2)
B.長野												角閃石黒雲母花崗閃緑岩、および黒雲母花崗岩 (G4)
C.富山												黒雲母花崗岩(Hg4)
D.岐阜												黒雲母花崗岩・花崗閃緑岩(F4)
E.広島												黒雲母花崗岩および角閃石黒雲母花崗岩(G3)
F.佐賀												片状中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩およびトナール岩 (Ita)
G.熊本												粗粒上角閃石黒雲母花崗閃緑岩(Tam)
(代)宮城・福島												角閃石黒雲母花崗閃緑岩・片状角閃石トナール岩(G2a)、角閃石黒雲母花崗閃緑岩・片状角閃石黒雲母花崗閃緑岩(G3)など

図-2 各エリアの形成時代の系統図

エリアを中心に対象領域を設定した。

## (2) 花崗岩類の風化プロセスと研究のねらい

本研究の主題となる花崗岩類の風化は、破壊と破壊面に浸入する水の反応により物理、かつ化学の同時的作用にて進行し、マサ化に至る過程をもつ<sup>10)</sup>。主要素である石英は変化に乏しい性質をもつ一方で、長石類は粘土化しやすい特徴を有する。長石は Al, Si, Ca, Na, K を主要素として、Al, Si は溶脱しにくく Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2SiO<sub>2</sub> のカオリン鉱物として粘土に残存する。そのため、Ca, Na, K が溶脱する。また、花崗閃緑岩、黒雲母花崗岩の場合、塩基性鉱物として黒雲母、輝石、角閃石を含む特徴を有する。黒雲母は風化しやすく、黒雲母の層間に分布する K を溶脱させるとともに、進行すれば Fe, Mg を溶脱してカオリン鉱物にする<sup>11)</sup>。これら花崗岩類の化学変化のプロセスを考慮すれば、長石に由来する Ca, Na, K、黒雲母に由来する K, Fe, Mg の溶出を指標化、もしくは定量化すれば風化度を同定できる可能性をもつ。その他、岩類に偏らず熱水、地下水、および海水に影響を受けて Rb や Sr が移動しやすい特徴を踏まえて、風化度の同定のために Rb と Sr の比や Sr 同位体比を用いた先行研究も多く存在する。これらの知見をふまえて、本研究では、日本列島各地の花崗岩類流域のサンプルから元素による水質情報を取得ともに比較し、風化度同定できる可能性のある化学溶出成分の検証を進めた。花崗岩類は、仔細を精査すれば、形成された時代、および経過した時間、鉱物の組成、および組成にしたがう岩種が異なり地域固有に依存した結果にならざるを得ない。できるだけ効率的にリスクを導出するためには、大局的な条件に対して普遍性と地域固有性の情報集約の可能性を検討することが望ましいと考える。そこで、本研究では、花崗岩類の形成された時代、および経過した時間を軸に設定して情報集約を図り、各時代に応じた花崗岩類の岩種の特徴をふまえて化学溶出成分と風化を示唆する状態の関係を系統化を図る方針とした。図-2 に各エリアの形成時代の系統図を示す。大別して、岐阜エリアでは一部で新生代古第三紀も含まれるが白亜紀の後期以降、白亜紀の後期、ジュラ紀中期・前期の 3 パターンに区分することができ、この情報を軸に検討を進めることとした。また、風化を示唆する状態として、豪雨イベントに応じて生じた斜面崩壊率を用いることとした。

## (3) 研究の解析方法

本研究の解析は、①マスマーブメント分布の抽出解析、②流域環境条件と事例との比較検証、③流域の流出水の化学組成との比較検証より構成される。以下の a)~c) に詳細を説明する。

### a) マスマーブメント分布、斜面崩壊率の抽出解析

阿武隈高地のマスマーブメントの事例を示す空間分布情報を整備するため衛星画像を用いた抽出解析を進めた。衛星画像のデータセットとして、Sentinel-2B(データ取得：United States Geological Survey Earth Resources Observation and Science Center, <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-sentinel-2>)を用いた。多降雨発生前後のマスマーブメントの事例を抽出するため、多降雨の発生前、発生後の衛星画像を取得して比較した。なお、比較は、植生の活性度を示す正規化植生指標 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index 以下 NDVI と記載)、裸地域を示す粒度指数 GSI(Grain Size Index 以下 GSI と記載)の 2 つの指標の衛星画像を重複した結果で行った。NDVI 値は大きいほど植生活性が高く、GSI 値は大きいほど裸地に近い<sup>12)</sup>ことを示し、2 つの結果の現象と数値の増減は正反する。本研究では、NDVI 値の符号を変えて現象と数値と正反を修正し、指標の合計値を求めた。なお、解析の空間解像度は 10m×10m となる。本解析では、豪雨に伴うマスマーブメントにより従来の土地利用が裸地化に改変された過程を考慮して、NDVI 値と GSI 値の合計値が正になった場合にマスマーブメントの生じた領域と判別した。なお、人為的な土地開発行為、土砂堆積による抽出を防ぐため、衛星画像トゥルーカラー画像の確認、基盤地図情報数値地図 10m に求められる斜面傾斜度 10°以下を除去して、マスマーブメントの領域を抽出した。また、小流域を解析の空間単位と設定しているため、抽出されたマスマーブメント事例は、マスマーブメントによる斜面崩壊率として結果を整理した。斜面崩壊率は、マスマーブメント面積/小流域面積より求められたものとなる。斜面崩壊率は、風化を示唆する状態と仮定した。

### b) 流域から溶出される流出水の化学組成分析

化学組成分析に用いる流出水は、表面流出の影響を取り除いた基底流としての化学成分を取得することに留意して、5 日間降水の認められなかったタイミングで日本列島各地の花崗岩類の分布するエリアでサンプリングした(期間：2021 年 4 月～2023 年 9 月)。これらのサンプリングデータを多種の化学成分を分析することのできる誘導結合プラズマ質量分析法(以下 ICP-MS)により分析することで、化学成分に応じた濃度のデータを取得した。また、濃度による分析値は実測流量を用いて元素流出量とし、流域間の比較を行うため単位面積当たりの元素流出量に変換した。なお、最終的な算出値は、1m<sup>2</sup>の単位面積当たりの 24 時間元素流出量に変換している。

### c) 斜面崩壊率と化学成分の関係の比較検討

豪雨イベントに伴い斜面崩壊率が高ければ潜在的に風化している領域が広く、風化状態も進行しており、基底流から風化に伴う化学成分も特徴的なふるまいを示すものと仮定して、斜面崩壊率と化学成分の関係を求めた。この関係は、設定した 7 エリアに含まれる流域のポイントデー

タから得られている。先行研究も含めて計 69ヶ所(A.秋田エリア:2ヶ所, B.長野エリア:11ヶ所, C.富山エリア:3ヶ所, D.岐阜エリア:5ヶ所, E.広島エリア:8ヶ所, F.佐賀エリア:8ヶ所, G.熊本エリア:2ヶ所, 代表:宮城・福島エリア:30ヶ所, 詳細名称などは図-5を参照)の流域のポイントで解析をすすめた。研究方針に則って斜面崩壊率と化学成分の関係の比較検討を時代毎に進めて、特に化学成分のうち斜面崩壊率と強い相関を示すものを風化に關する化学成分と位置づけた。この結果を基にシームレス地質図に記載された岩種や流域の平均斜面傾斜度の環境条件による考察を加えて、風化度を同定できるリスクの導出を試みた。

#### 4. 研究成果

図-3に代表地とA~Gの8エリアの流域ポイントにおける単位面積当たり元素流出量(含有する化学組成の総流出量)と斜面崩壊率の結果を示す。総じて、時代の古い位置づけになるジュラ紀中期・前期に相当する富山エリアと岐阜エリアのD①川上川流域は、元素流出量が大きな値を示す。その他、広島エリアのE②水内川支川、佐賀エリアのF③祇園川、F④清水川、熊本エリアのG②鳳来川、宮城・福島エリアの先①新川(以上、元素流出量 $5\text{g}/\text{m}^2$ 以上)も元素流出量が大きな値を示したポイントとして挙げられる。熊本エリアの鳳来川を除けば、これらの特徴として、Kが約 $2\text{g}/\text{m}^2$ 以上の相対的に大きな値を示すことが挙げられる。Kは長石、黒雲母の風化を誘導できる化学成分となる。ただし、これらの斜面崩壊率は低い値を示す傾向を示す。プロセス的には風化を示唆する溶出である可能性も残されるが、黒雲母の場合は層間に分布する特徴をもち、要素母体の風化まで到達していないことも示唆される。そのため、マスマーブメントに直接関わる風化まで到達しない初期段階の状態にある可能性も示唆される。

表-1に斜面崩壊率と主要の元素流出量の相関係数、図-4に斜面崩壊率とMg(図-4(1)), Ca(図-4(2)), Fe(図-4(3)), Sr(図-4(4))の関係を示す。図-4にて関係を示したものは、表-1より相対的に強い相関を示した元素である。表-1より、時代包括した全体的場合に著しく強い相関を示すものはなく、各元素、時代の状態に応じて斜面崩壊率との相関が変化することが示される。白亜紀後期に関しては、Feに強い相関した結果が示される。先行研究の阿武隈高地のサンプルを多く含む白亜紀前期に關すれば、Mg, Caに強い相関が認められており、微量元素のSrでも強い相関が示された。もっとも古い時代に位置づけられるジュラ紀中期・前期に關すれば、Feで強い相関が示された。なお、ジュラ紀中期・前期自体は、他の時代よりも著しく斜面崩壊率の低い特徴を有している結果が得られており、総じてリスクの低い結果が得られている。図-4(1)と図-4(2)に白亜紀前期で強い相関を示したMg, Caの流出量と斜面崩壊率の関係を示すが、これらを比較すると長石を起源にするCaの方が相対的に大きな流出量になる結果が得られている。この結果は、黒雲母風化由来よりも長石の粘土化による風化の影響が大きい可能性を示唆している。なお、阿武隈高地エリアの先行研究の結果(相関係数換算 Mg:0.49, Ca:0.66)と比較すれば、Mg, Caとも相関係数が低い値を示す。低下する結果に影響しているものが、G②鳳来川のサンプルである。この流域は花崗岩類も含むが、流紋岩溶岩も相応の面積を占めている。こうした事例を踏まえれば花崗岩類以外

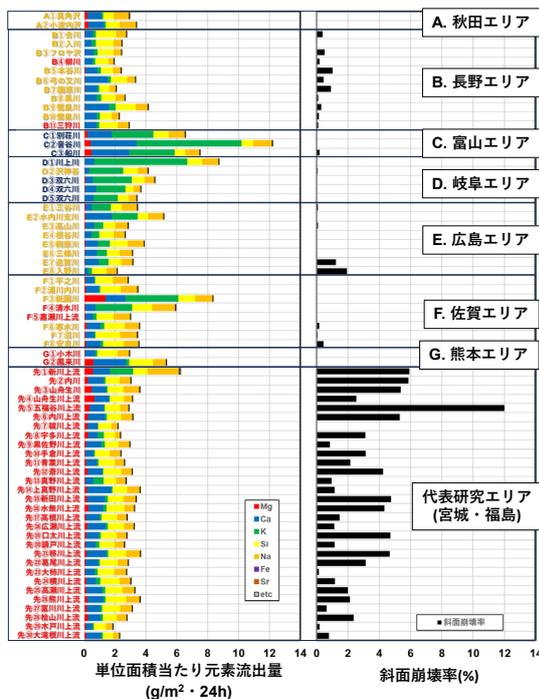


図-3 元素流出量と斜面崩壊率の結果

表-1 斜面崩壊率と主要の元素流出量の相関係数

	相 関 係 数							斜面崩壊率(%)	
	Mg	Ca	K	Sr	Na	Fe	Sr etc		
全体	0.391	0.352	-0.240	-0.119	0.045	0.318	0.125	0.240	1.399
白亜紀後期	0.292	0.239	0.112	-0.086	0.271	0.401	0.141	0.252	0.285
白亜紀前期	0.492	0.613	-0.192	-0.324	0.036	-0.190	0.412	0.587	2.579
前期ジュラ紀 ・中期ジュラ紀	0.377	0.157	-0.225	-0.181	-0.447	0.553	-0.092	-0.067	0.037

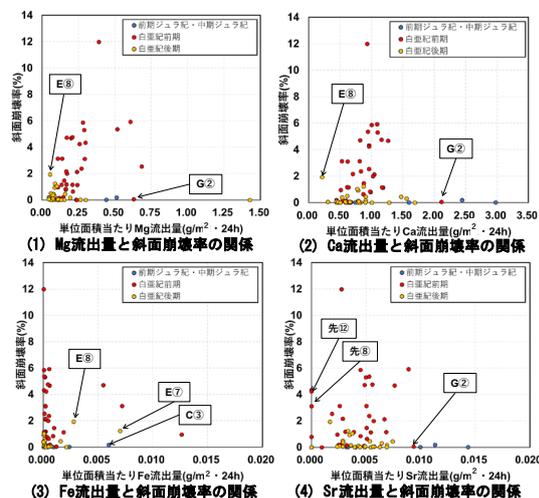


図-4 斜面崩壊率と主要の元素流出量の関係図

の地質を含む流域では、傾向を逸脱した化学成分溶出が認められる可能性を示している。図-4(3)に白亜紀後期、ジュラ紀中期・前期で強い相関を示した Fe の流出量と斜面崩壊率の関係を示すが、いずれも大きな斜面崩壊率のサンプルに依存して強い相関になったことが見てとれる。白亜紀後期では E⑦造賀川、E⑧入野川、ジュラ紀中期・前期では C③船川が積用相関を誘導したサンプルであり、いずれの Fe の流出量、斜面崩壊率とも突出した値を示している。これらサンプルを参考値にすれば Fe 流出量が  $0.0025 \text{ g/m}^2$  以上を示せば斜面崩壊率が高まり、風化進行が顕著になっている可能性を示唆する。図-4(4)に白亜紀前期で強い相関を示した Sr の流出量と斜面崩壊率の関係を示すが、数値上では強い相関であるものの流出量増加に伴う高い斜面崩壊率に該当しないサンプルも多く認められる結果が得られた。ただし、図中に示された先⑧宇多川上流、先⑩齋川上流は玄武岩-安山岩火砕岩及び溶岩、G②鳳来川は流紋岩溶岩も相応の面積を占めている。Mg、Ca と同様に花崗岩類以外の地質を含む流域では Sr でも傾向を逸脱した化学成分の溶出を示している。

以上の結果より、本研究により以下の①～④結果が得られたとまとめられる。

- ① 花崗岩類全体を包括するよりも時代に応じて風化を示唆する化学成分の溶出を捉えた方が強い相関を示す傾向が認められており、白亜紀前期では Mg, Ca, Sr、白亜紀後期とジュラ紀中期・前期では Fe の流出量と斜面崩壊率の強い相関が認められた。
- ② 白亜紀前期に関するれば、日本各地のサンプルデータを追加したとしても先行研究の Mg, Ca の流出量と同調した結果が得られた。
- ③ 白亜紀後期とジュラ紀中期・前期に関するれば、突出した斜面崩壊率の高い状態にあり、かつ Fe の大きな流出量によるサンプルポイントに依存して、強い相関が得られた。
- ④ 他岩種類も含む基底流のサンプルの場合、全体傾向よりも逸脱した化学成分の元素流出量になることが明らかにされた。

#### <引用文献>

- 1) Mohammed Ombadi., Mark D. Risser., Alan M. Rhoades. and Charuleka Varadharajan. : A warming-induced reduction in snow fraction amplifies rainfall extremes, *Nature*, Vol.619, pp.305-310, 2023.
- 2) 国土交通省 : 土砂災害警戒区域等の指定状況等, <https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sabo/linksinpou.html>, Site viewed 2024/05/20. [Ministry of land, Infrastructure, Transport and Tourism.: Designation of sediment disaster precaution areas, etc., <https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sabo/linksinpou.html>, Site viewed 2024/05/20.
- 3) Kawagoe, S., Kazama, S. and Priyantha Ranjan Sarukkalige. : Probabilistic modelling of rainfall induced landslide hazard assessment, *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol.16, Issue 6, pp. 1047-1061, 2010.
- 4) 齋藤洋介, Thuy Thi Thanh LE, 川越清樹: 地域への適用性をふまえた斜面崩壊発生確率のモデルとアウトプットの開発, *土木学会論文集 G(環境)*, 73 巻 5 号, pp. I\_229-I\_237, 2017.
- 5) 木戸理歩, 井上卓也, 鳩野美佐子, 山野井一輝 : アンサンブル気候変動予測を用いた流出土砂量への影響評価, *土木学会論文集 B1(水工学)*, 78 巻 2 号, pp. I\_55-I\_60, 2022.
- 6) Yamanoi, K., Oishi, S., Kawaike, K. and Nakagawa, H. : Predictive simulation of concurrent debris flows: How slope failure locations affect predicted damage, *Journal of Flood Risk Management*, Vol.15, Issue 2, e12776, DOI: <https://doi.org/10.1111/jfr3.12776>, 2021.
- 7) Thuy Thi Thanh Le., Kawagoe. : Impact of the landslide for a relationship between rainfall condition and land cover in North Vietnam, *Journal of Geological Resource and Engineering*, Vol.6, pp.239-250, 2018.
- 8) Tozato, K., Nilo Lemuel J Dolojan., Touge, Y., Kure, S., Moriguchi, S., Kawagoe, S., Kazama, S. and Terada, K. : Limit equilibrium method-based 3D slope stability analysis for wide area considering influence of rainfall, *Engineering Geology*, Vol.308, 106808, DOI: 10.1016/j.enggeo.2022.106808, 2022.
- 9) 産業総合研究所地質調査総合センター : 20 万分の 1 日本シームレス地質図, <https://gbank.gsj.jp/seamless/>, Site viewed 2024/05/20.
- 10) 木宮一邦 : 地質学から見た岩石風化, *応用地質学会誌*, 32 巻 3 号, pp.22-31, 1991.
- 11) 北川隆司 : 花崗岩のマサ化のメカニズムと斜面崩壊, *粘土科学*, 39 巻 1 号, pp.37-44, 1999.
- 12) J. Xiao ,Y. Shen, R. Tateishi and W.Bayaer : Development of topsoil grain size index for monitoring desertification in arid land using remote sensing, *International Journal of Remote Sensing*, Vol.27, Issue12, DOI: 10.1080/01431160600554363, 2006.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 KAWAGOE Seiki, SATOH Ayaka, HATAYA Yusuke, YABUSAKI Shiho	4. 巻 78
2. 論文標題 A COMPARATIVE VERIFICATION OF CHEMICAL COMPOSITION DUE TO MASS MOVEMENTS EXAMPLE IN GRANITEIC ZONE	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_913 ~ I_918
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_913	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 日下部裕貴、川越清樹、藪崎志穂	4. 巻 30
2. 論文標題 阿武隈高地における地質風化特性と化学成分特性の関係性	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土木学会地球環境シンポジウム講演集	6. 最初と最後の頁 69-72
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 無
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 幡谷有翼、川越清樹、藪崎志穂	4. 巻 29
2. 論文標題 化学組成に基づく流域内の物質流出特性の解析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会地球環境シンポジウム講演集	6. 最初と最後の頁 131-134
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 無
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 川越清樹、佐藤綺香、藪崎志穂	4. 巻 29
2. 論文標題 流出水の化学組成による地質状況の風化同定の検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会地球環境シンポジウム講演集	6. 最初と最後の頁 149-150
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 無
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 -

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 日下部裕貴、藪崎志穂、川越清樹
2. 発表標題 花崗岩地域の地質風化状況特定、および化学成分特性における関係性
3. 学会等名 令和4年度土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 日下部裕貴、藪崎志穂、川越清樹
2. 発表標題 花崗岩地帯における花崗岩風化と化学成分特性の関係性
3. 学会等名 第12回同位体環境学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuki KUSAKABE, Shiho YABUSAKI, Seiki KAWAGOE
2. 発表標題 Assessment of the chemical compositional characteristics as mass movements in granite zone
3. 学会等名 The 10th International Symposium on Water Environment Systems --with Perspective of Global Safety (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 日下部裕貴、川越清樹、藪崎志穂
2. 発表標題 化学成分流出特性による地質風化帯分布特性の検討
3. 学会等名 令和4年日本自然災害学会学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 日下部裕貴、川越清樹、藪崎志穂
2. 発表標題 阿武隈高地における地質風化特性と化学成分特性の関係性
3. 学会等名 第30回土木学会地球環境シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川越清樹、佐藤綺香、藪崎志穂
2. 発表標題 花崗岩地帯の斜面崩壊現象と化学的流出成分の関係における解析
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 幡谷有翼、川越清樹、藪崎志穂
2. 発表標題 化学組成に基づく流域内の物質流出特性の解析
3. 学会等名 第29回土木学会地球環境シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川越清樹、佐藤綺香、藪崎志穂
2. 発表標題 流出水の化学組成による地質状況の風化同定の検討
3. 学会等名 第29回土木学会地球環境シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 幡谷有翼, 藪崎志穂, 川越清樹
2. 発表標題 流域の化学流出成分をトレーサーとした地域特性の同定
3. 学会等名 第11回同位体環境学シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川越清樹, 佐藤綺香, 藪崎志穂
2. 発表標題 化学成分を利用した阿武隈高地の風化帯分布域の検討
3. 学会等名 第11回同位体環境学シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤綺香, 藪崎志穂, 川越清樹, 幡谷有翼
2. 発表標題 阿武隈高地を対象にした地質風化度を導出する河川特徴の解析
3. 学会等名 令和3年度土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 幡谷有翼, 藪崎志穂, 川越清樹
2. 発表標題 阿武隈川と雄物川の地域固有性の解明のための流域比較検討
3. 学会等名 令和3年度土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔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	藪崎 志穂  (Yabusaki shiho)  (60447232)	総合地球環境学研究所・研究基盤国際センター・上級研究員    (64303)	

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
---------	---------