

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

福島大学共生システム理工学類 非会員 ○日下部 裕貴
福島大学共生システム理工学類 正会員 川越 清樹
総合地球環境学研究所 非会員 藪崎 志穂

1. 序論

近年、気候変動により日本各地で降水量の観測史上最大の更新が相次ぎ、甚大な災害が多発している。それによる洪水や土砂災害など甚大な被害を及ぼす災害が発生している。例えば、令和元年東日本台風で発生した土砂・洪水氾濫における被害は複合化した災害の一例である¹⁾。令和元年東日本台風による被害の甚大であった地域は花崗岩地帯であった。また、花崗岩類の分布領域において2014年8月広島豪雨、2018年西日本豪雨等も同様な災害例の一つである。斜面崩壊の場合には降雨、地形以外に地質風化の状態を把握しなくてはならない。現在はデータベースなど整備されており風化帯の導出は行われていないため、地質の風化状態を誘導するための科学技術が必要とされる。

以上を背景に、本研究では、全国の花崗岩地帯に着目し、マスマーブメント現象の分布と現象を誘発する環境条件の比較検証、および河川の表流水の化学成分から、風化状態を導出するための検討を試みたものである。

2. 研究方法、およびデータセット

産総研地質調査総合センターの地質図より日本各地の主要な花崗岩地帯について地質年代、地域を9地域に大別し導出した結果を図1に示す。本研究は、この9地点から、令和元年東日本台風の被害を受けた福島県阿武隈高地についての調査結果である。対象地は概ね花崗閃緑岩や黒雲母花崗岩による花崗岩類で構成されており、一部変成岩類や堆積岩を含む地域である(図2(2))。この領域に分布する花崗岩類の表層がコアストーン化、風化によるマサ化した領域を多く含んでおり、これが土石流や斜面崩壊を引き起こし、土砂・洪水氾濫の原因となった。本研究では、①マスマーブメント分布の抽出、②流域環境条件と事例の整理と検証、③流域の表流水の化学組成との比較検証した。なお、解析の空間単位は小流域であり、阿武隈高地に分布する30地点の流域を対象としている(図2(1))。以下に①~③の各解析の詳細を説明する。

- ① 空間分布情報の整備を行うため、衛星画像(Sentinel-2B:空間解像度 10m×10m)を用いて解析した。解析の際にNDVIとGSIの2つの指標を用いた。また、崩壊率はマスマーブメント領域と小流域面積から導出した。
② 小流域の崩壊率と数値地理情報より取得できる



図1 全国の花崗岩類分類図と地質年代

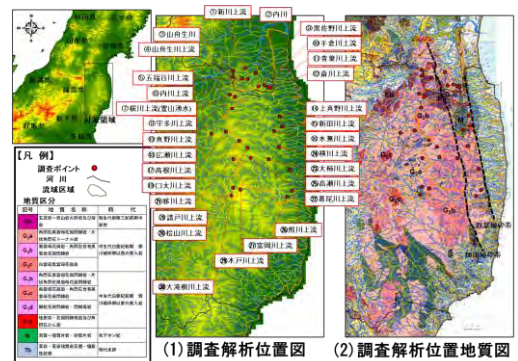


図2 研究対象領域平面図

小流域の環境条件を比較検証し、花崗岩類地帯のマスマーブメントの生じやすい条件の整理をした。データセットとして、数値地理情報、産総研地質調査総合センターの地質図、令和元年東日本台風時の累積降水量¹⁾を用いて解析した。

- ③ 現地調査よりサンプリングした表流水をICP-MS(誘導結合プラズマ質量分析法)より元素分析した。花崗岩類の雨水などによる化学的風化過程に溶出する成分としてCa,Mg,Fe,Na,K,Siの6つの元素²⁾に着目した。サンプリングは、水田や畑地などの人為的な影響を排除するため、人間の生活圏から離れた上流域にてサンプリングを実施した。なお、本研究では、表面土壌から溶出する成分を考慮しないため、最終降水日から5日間期間を開けてサンプリングする。

3. 研究結果

3.1 マスマーブメント分布の抽出

衛星画像より取得されたマスマーブメント分布の抽出結果を図3に示す。抽出結果から、阿武隈高地北部、および高地中央分水嶺東縁部付近にマスマーブメントが集中しており、川越ら¹⁾より累積雨量が500mm以上の領域であることが認められた。以

上のことより、マスマーブメントの分布は多量の降水量による影響されていることを示している。

3.2 流域環境条件と事例との整理と検証

流域環境条件と事例との比較検証として特に明瞭な結果を示した表層地質、斜面傾斜度、累積降水量の関係を図4に示す。図から斜面傾斜度の傾斜が急に、累積降水量の多さが増加することで高い崩壊率を示す傾向がある。G_{2a},G_{1e},G_{1c}の地質ではこの傾向が強く見られた。一方で、累積降水量と斜面傾斜度に反応しない崩壊率の地点も存在した。これらの小流域では、地質の風化が密に関係していることを示唆している。

3.3 流域の表流水の化学組成との比較検証

各小流域の単位面積あたりの元素流出量と崩壊率の関係を地質毎に示した結果を図5に示す。図5よりG_{2a}は他の地質に比べ元素流出が多く、北部側に位置している流域での総元素流出量は多くみられた。その中でも比較的Ca,Mgの元素流出量が多いことが明らかとなった。3.2での斜面傾斜度と降水量に反応を示さない地点であるG_{2b}では崩壊率が全体的に小さくCa,Mgの流出量も少ないが、葛尾川上流は崩壊率が高くCa,Mgの元素流出量が多いことから風化によるマスマーブメントである可能性を示唆している。また、単位面積あたりの元素流出量と崩壊率の関係を表した図6では、Ca,Mgの流出量と崩壊率の増加の相関がみられた。

これらは、花崗岩類の風化によって溶出される長石由来のCa、黒雲母由来のMgが影響していることを示している。

4. まとめと今後の課題

本研究のまとめとして、マスマーブメント現象の多くは斜面傾斜度と降水量により、斜面崩壊が誘発されることが示唆された。一方で、斜面傾斜度と降水量による崩壊の反応が小さい地点では、風化の際に溶出されるCa,Mgの2つの化学成分が少ないことから風化の影響により反応が小さかったといえる。この結果は、特定の領域における結果であるため、花崗岩類の分布域を含んだほかの領域において比較対象地域を拡大し検証するとともに時間変化に応じた検証も必要となる。今後は長野県、秋田県の2県のサンプリングは完了しているため、地質年代や化学成分の濃度の比較検証を実施する。

謝辞： 本研究の一部は、科学研究費補助金(21K18785)、国土交通省水管理・国土保全局河川砂防技術開発の助成を受けたものである。ここに謝意を示す。

参考文献：

- 1) 川越清樹, 鈴木皓達, 阿部翼：令和元年台風第19号による福島県の災害特徴, 土木学会論文集B1(水工学), Vol.76(1), pp.329-345, 2020.
- 2) 北川隆司：花崗岩のマサ化のメカニズムと斜面崩壊, 粘土化学, Vol.39(1), pp.37-44, 1999.

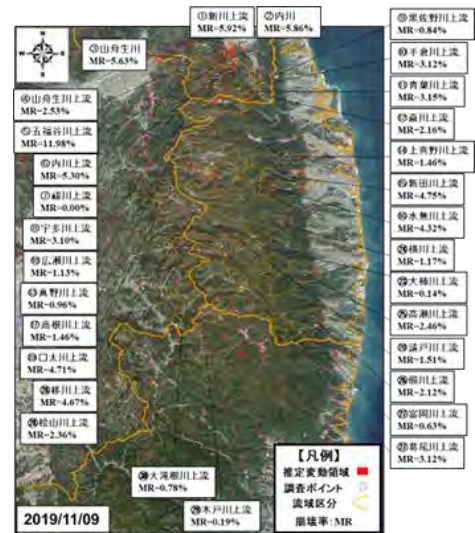


図3 マスマーブメント分布の抽出結果

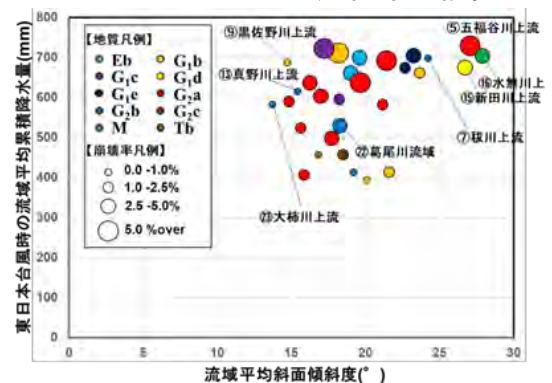


図4 流域環境条件と事例との比較結果

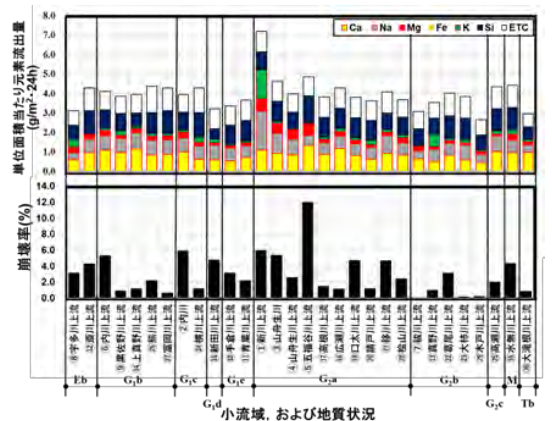


図5 小流域の単位面積当たりの元素流出量の崩壊率の関係

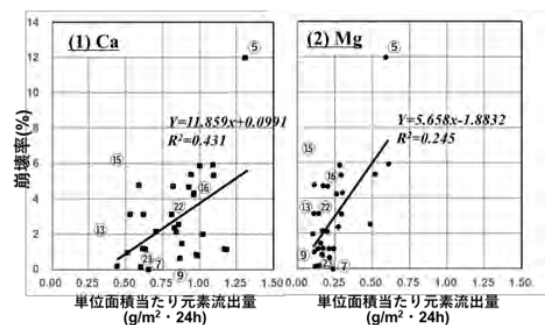


図6 Ca,Mgの元素流出量と崩壊率の関係