

12. 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

日下部 裕貴^{1*}・川越 清樹¹・藪崎 志穂²

¹福島大学共生システム理工学研究所 (〒960-1296福島県福島市金谷川1)

²総合地球科学研究所研究員研究基盤国際センター (〒603-8047 京都府京都市北区上賀茂本山457-4)

* E-mail: s2270017@ipc.fukushima-u.ac.jp

本研究では、全国の花崗岩地帯における地質風化特性について着目し、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、および化学成分流出特性の分析に取り組んだ。地質の風化度を河川の表流水より化学的な同定とモニタリングの可能性を検討することを目的としている。本研究の対象地域は令和元年東日本台風による事例がある、福島県の阿武隈高地とした。結果として、マスマーブメントは概ね累積降水量と斜面傾斜度により説明できる可能性を示した。ただし、説明できない領域では、花崗岩風化過程において溶出する長石由来のCa、黒雲母由来のMgの流出量が多い結果を得た。これらの結果より、化学成分の同定を行うことで風化の寄与度を把握することができる可能性を求められた。

Key Words : *granite, weathering, climate change, sentinel-2B, icp mas*

1. はじめに

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多発している。それに加え、災害は複合化し広範囲における被害をもたらす事例も多く認められている。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。複合化する災害を最小限にとどめるための対策を講じることが気候変動下の適応策として必要であることを示唆している。複合化災害の被害を最小限に留めるためには、災害リスクの高い領域を予め同定し対応することが必要となるが、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推定は可能であるが、風化帯の導出は行われていない。そのため、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。地質風化の化学的な同定とモニタリングの可能性を検討することを目的としている。本研究の対象地域は、令和元年東日本台風よりマスマーブメントの多発した福島県の阿武隈高地を対象とした。

2. 解析方法及びデータセット

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8地点に大別し導出した(図1)。花崗岩類は東北地方、中国地方、九州において白亜紀前期に生成されており、近畿地方では白亜紀前期以前、または白亜紀後期以降であった。富山県飛騨高地の花崗岩類では一部新生代に生成したものであるが、概ね三畳紀からジュラ紀にかけて構成される。この8地点の中から本研究は、令和元年東日本台風により甚大な被害を受けた福島県阿武隈高地について調査を行った。阿武隈高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本研究は、令和元年東日本台風によ

地点	A	B	C	D	E	F	G	H
地域	岩手 北上山地	福島 阿武隈高地	富山 飛騨高地	長野 木曾山脈	三重 鈴鹿山脈 か局ヶ岳	広島 山陽帯	福岡 筑紫山地	熊本 簡ヶ岳
地質年代								
新生代								
後期 白亜紀								
前期 白亜紀								
ジュラ紀								
三畳紀								

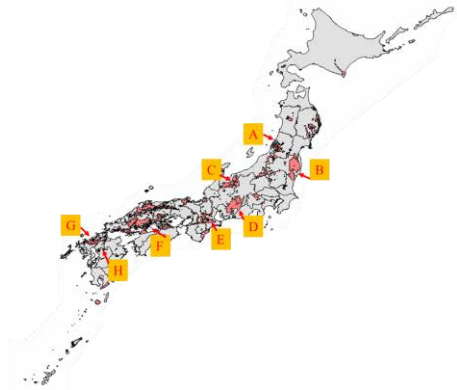


図1-全国の花崗岩類分布図と地質年代

り甚大な被害阿武隈高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、一部では変成岩類や堆積岩を含む地域である(図-2(2)参照)。この領域に分布する花崗岩類は表層がコアストーン化、風化によりマサ化した領域を多く含んでおり、これら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)マスムーブメント分布の抽出(2)流域環境条件と事例との検証(3)流域の流出水の化学組成との比較検証により構成される。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)参照)。以下に(1)~(3)に各解析の詳細を説明する。

(1)マスムーブメント分布の抽出

阿武隈高地のマスムーブメントの事例を示す空間分布情報の整備を行うために、衛星画像(sentinel-2B:空間解像度10m×10m)を用いて解析を行った。

(2)流域環境条件と事例との検証

小流域の崩壊率と数値地理情報より取得できる小流域の環境条件を比較検証し、花崗岩類地帯でマスムーブメントの生じやすい条件を整理した。検証を行った条件として、土壌、植生、表層土壌、表層地質、斜面傾斜度、令和元年時東日本台風時の累積降水量である。各条件の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による、令和元年東日本台風時の累積降水量として川越ら²⁾により整備された流域平均累積雨量のデータを用いている。

(3)流域の流出水の化学組成との比較検証

現地調査より試料のサンプリングを行った。サンプリングは水田や畑地など人為的な影響を排除するため、流域の人の生活圏から離れた上流にてサンプリングを行った。サンプリングした試料は化学分析を行い表流水の成

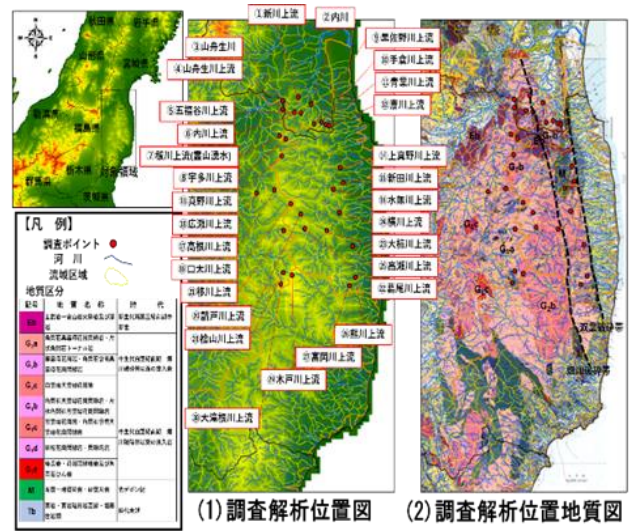


図2-研究対象領域平面図

分について調査を行った。分析では、誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS)による元素濃度分析による結果を用いた。本研究からは、雨水などによる化学的風化過程において花崗岩類から溶出されるCa,Na,K,Fe,Mgの溶解性物質²⁾を用いて比較検証した

3. 解析結果と考察

(1)マスムーブメント分布の抽出解析

衛星画像より判読されたマスムーブメントの抽出結果(図-3)を示す。阿武隈高地北部、高地中央の分水嶺付近東縁部にマスムーブメントが集中しており、川越ら²⁾よりこの地域では累積雨量500mm以上の領域であることが認められた。以上のことから、マスムーブメントは多量の降雨により影響されていることを示している。崩壊率より、小流域内での崩壊率の大きい上位は、阿武隈高地

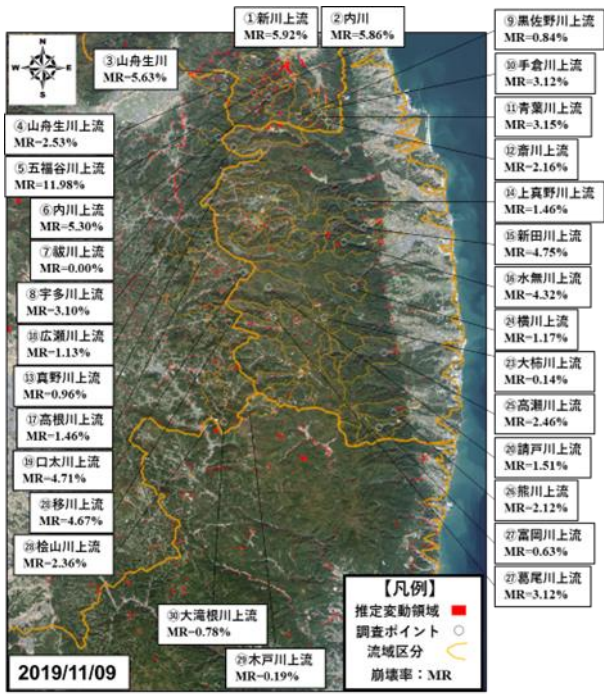


図3-マスムーブメント分布抽出結果

の北部に位置する五福谷川上流，新川上流，内川，山舟川，内川上流の順となる結果を得た。

(2)流域環境条件と抽出事例との検証

流域環境条件と事例との比較検証として特に明瞭な関係性を示した表層地層，斜面傾斜度，累積降水量の関係(図-4)を示す。ここで，図-4の地質凡例は図-2の地質区分に対応している。図-4から，流域平均累積降水量の多さ，流域平均斜面傾斜度が急となるに従い高い崩壊率を示す傾向にある。特に，地質凡例よりG2a, G1e, G1cにてこの傾向が強まっている。G2aでは崩壊率が高いことから，他の地質に比べて風化している可能性が示唆されている。一方で，流域平均累積降水量，流域平均斜面傾斜度に反応しない崩壊率の示した地点も存在した。これらの，小流域の地質では地質間の風化差の関与が示唆される。

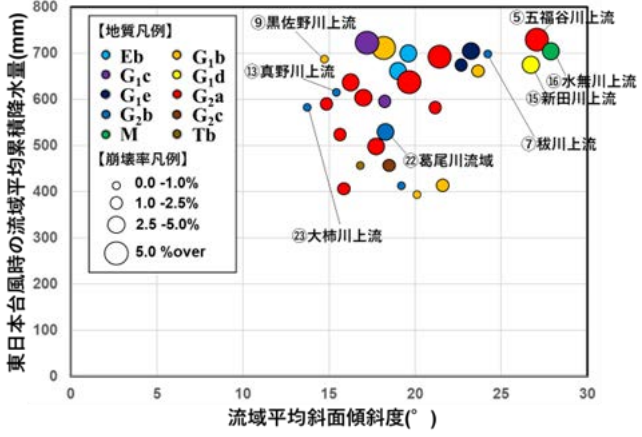


図4-流域における斜面傾斜度と累積降水量の関係

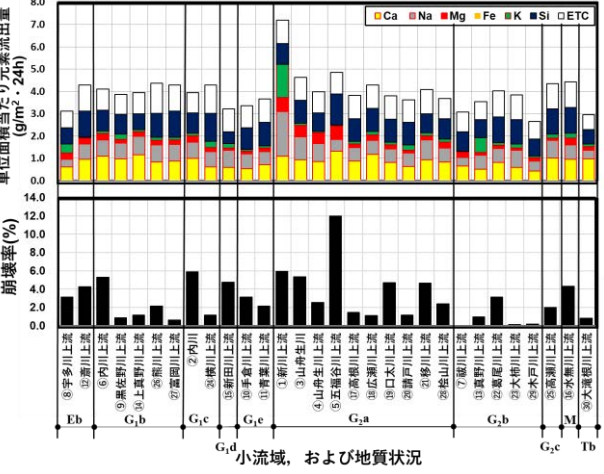


図5-単位面積当たりの元素流出量

(3)流出水の化学組成との比較検証結果と考察

各小流域の単位面積当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(図-5)を示す。G2aは他の地質区分に比べて元素流出量が多くみられ，北部に位置する新川上流，山舟生川，五福谷川上流にて総元素流出量が多くみられた。比較的Mg, Caの流出量が多いことが明らかとなった。

(2)で流域平均累積降水量と流域平均斜面傾斜度に反応しない崩壊率の示したG2bでは崩壊率が全体的に小さくCa, Mgの流出量も少ないが，葛尾川上流では崩壊率が高くCa, Mgの流出量も多いことが明らかとなった。そのため葛尾川上流は風化による崩壊の可能性が示唆される。しかし，その他の流域ではCa,Mgの流出量が少ないために低い崩壊地を示したと示唆される。

G₁bにおいて崩壊率の小さい黒佐野川では単位面積当たりの元素流出量が4.0g/m²・24hを下回り、Ca、Mgの流出量も少ないために風化度が小さいことが示唆される。

これらは花崗岩類の風化に伴って溶出される長石由来のCa、黒雲母由来のMgが影響しており、(2)での流域平均斜面傾斜度や流域平均累積降水量に反応しない崩壊率の示した地点(図-4)では、Ca、Mgの元素流出量が多いため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。

4. おわりに

全国の花崗岩類地帯における地質風化特性に着目し、令和元年東日本台風によるマスマーブメントによる被害をうけた福島県の阿武隈高地の調査を行った。当地域ではマスマーブメントの事例と誘発する環境条件について比較検証した。概ねは斜面傾斜度と降雨量により崩壊が発生することが示唆された。

一方で、斜面傾斜度と降雨量による崩壊の反応が小さい地点においては、化学成分から、風化による影響によって反応が小さかったといえる。

この結果は特定領域における検証による結果であるため、今後は花崗岩類の分布域を含んだ他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ってくる。

謝 辞

本研究の実施の一部は、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.