

ICP-MS を用いた花崗岩地帯の地質風化状況と化学成分特性の検討

福島大学共生システム理工学類 学生会員 ○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。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。例として、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。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。

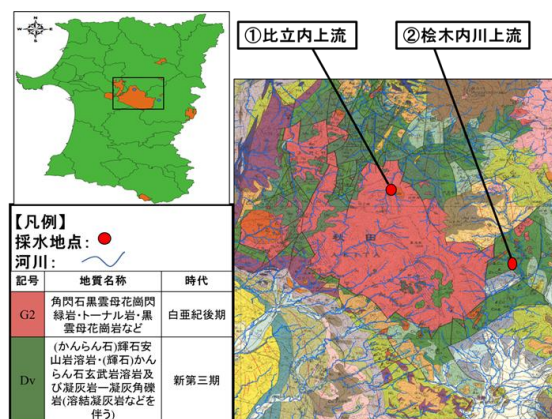
以上を背景に、本研究では、全国の花崗岩地帯に着目し、マスマーブメント現象の分布と現象を誘発する環境条件の比較検証、および河川の表流水の化学成分から、風化状態を導出するための検討を試みたものである。先行研究である福島県阿武隈高地では、令和元年東日本台風において斜面崩壊率の高い阿武隈高地北部地点では、花崗岩風化の際に溶出するとされている Ca, Mg の元素流出量が多くみられた。²⁾このことから、北部地点の花崗岩風化の可能性が示唆された。しかし、特定領域の結果であるため、その他の花崗岩地帯である、秋田県森吉山南部、長野県木曾山脈周辺における調査を実施した。

2. 研究方法、およびデータセット

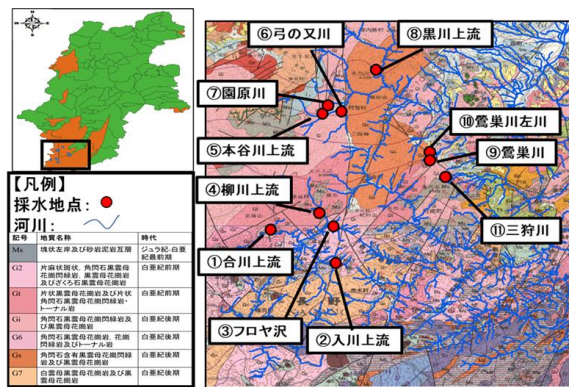
産総研地質調査総合センターの地質図より日本各地の主要な花崗岩地帯について地質年代、地域を 9 地域に大別し導出した結果を図 1 に示す。本研究は、この 9 地点から、花崗岩地帯である秋田県森吉山南部、長野県木曾山脈周辺についての調査結果である。森吉山南部では、概ね白亜紀後期の角閃石黒雲母花崗閃緑岩で構成されており、一部変成岩類や堆積岩を含む地域である(図 2(1))。長野県木曾山脈周辺では、概ね花崗閃緑岩と黒雲母花崗岩に覆われており、一部砂岩や泥岩に覆われた地形となっている(図 2(2))。本研究は、先行研究で行われた福島県阿武隈高地の解析結果と比較をした。福島県阿武隈高地では、河川の化学成分に加え、地質風化状態を導出することで化学成分と地質風化状態との整合性を確認した。地質状態は災害事例から衛星画像を用いて斜面崩壊地点を選定し導出を行った。本研究では先行研究の結果



図 1 全国の花崗岩類分類図と地質年代



(1)秋田県平面図



(2)長野県平面図

図 2 対象領域平面図

を基に①複数流域での河川水サンプリング、②流域の表流水の化学成分との比較検証、③先行研究で溶出した成分との関連性について検討した。なお、解析の空間単位は小流域であり、森吉山周辺で 2 地点、木曾山脈周辺で 11 地点の流域を対象としている(図 2)。以下に①～③の各解析の詳細を説明する。

① 河川のサンプリングでは、生活圏にある河川では地表成分以外の成分が混ざりこむため、生活圏の影響を受けない河川上流部の山地にて採水

キーワード：地質風化、ICP-MS、気候変動、花崗岩

連絡先：〒960-1296 福島県福島市金谷川 1 福島大学共生システム理工学類 Tel and Fax 024-548-5261

を行った。加えて、表面流出の影響を取り除き、基盤岩から流出した化学成分を取得するために、最終降水日から5日間降水の認められないタイミングで採水を行った。

- ② サンプルした表流水を ICP-MS(誘導結合プラズマ質量分析法)より元素分析を行った。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³⁾に着目した。
- ③ 福島県阿武隈高地の先行研究を基に秋田県森吉山周辺、長野県木曽山脈周辺の化学成分との比較検証を行い、風化の際に溶出される化学成分の整合性を確認した。

3. 研究結果

3.1 全国の花崗岩地帯での化学成分の比較検証

福島県、長野県、秋田県における単位時間当たりの元素流出量を図3に示す。元素流出量に関して着目した主要元素の流出量に大きな差はないが、福島県ではその他の元素流出量が多くみられた。要因として福島県では近年災害履歴があり、災害で土砂が河川に流出したためである。斜面崩壊により河川に流出した表層地質に含まれる化学成分が河川に溶出することで、花崗岩風化の基底流出だけでなく、表層地質の化学成分が河川の表流出に作用していることが考えられる。そのため、化学分析により、その他の化学成分から河川上流の崩壊地点の有無が導出できる可能性を得た。

3.2 花崗岩地帯における Mg, Ca の比較検証

福島県、秋田県、長野県の3地点における Mg, Ca の関係性を図4に示す。地域により元素流出量に差が見られた。地質の特徴が類似している福島県と秋田県では Mg の流出が多い傾向を得た。一方長野県では、Ca の流出が多くみられた。長野県は主な地質は角閃石黒雲母花崗岩であり、Mg の含有量の多い地質である。しかし、Ca が多く流出した要因として、Ca は Mg よりも溶脱力が高いため、Ca が先に溶脱し、Mg の溶出が少ない傾向であると考えられる。図4からは福島県において崩壊率の高い地点では Mg, Ca の元素流出量が多い結果となった。これより、花崗岩の地質風化状態は黒雲母由来の Mg, 長石由来の Ca が影響しているため、この2元素に着目し比較することで、概ね誘導できる可能性が示唆された。

4. まとめと今後の課題

本研究では秋田、福島、長野県の計43地点の化学成分と令和元年東日本台風の災害事例を基に、花崗岩の風化過程で溶出される化学成分から地質風化状態の導出を検討した。化学分析では主要な6元素の流出量からは大きな差は見られない結果を得た。

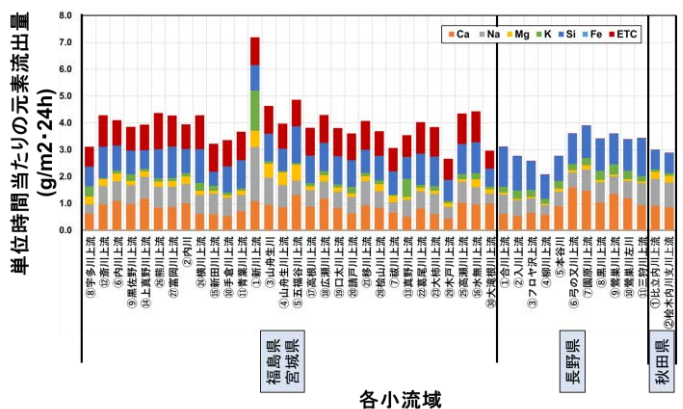


図3 各河川における元素流出量

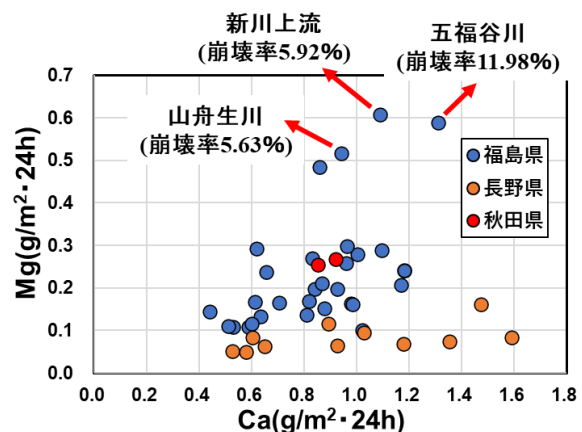


図4 流出成分である Ca, Mg の関係性

しかし、福島県ではその他の流出量が多くみられ、河川に流出した表層地質による影響であると推察した。また、Mg, Ca の関係性では、流出量に地域差が見られ、秋田、福島県では Mg の流出量が多く、長野県では Ca の流出量が多くみられた。福島県での崩壊率の高い地点では Mg, Ca の溶出量が多いことから、地質風化による影響として河川水での Mg, Ca に着目することで風化度の誘導ができる可能性がある。今後数値地理情報や衛星画像を用いてより精緻な空間分布情報を把握し検証していく。さらに特定領域での結果であるため、花崗岩類の分布域を含んだ2014年8月広島豪雨、2018年西日本豪雨等の比較対象地域を拡大し検証する必要がある。

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) 川越清樹, 佐藤綺香, 幡谷有翼, 藪崎志穂: 花崗岩類地帯のマスマーブメントの事例と化学組成の特徴の比較検証, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.78(2), pp.913-918, 2022.
- 3) 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.