

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

福島大学共生システム理工学類	非会員	○佐藤	綺香
総合地球環境学研究所		薮崎	志穂
福島大学共生システム理工学類	正会員	川越	清樹
福島大学共生システム理工学類	非会員	幡谷	有翼

1. はじめに

近年,日本各地で降水量の観測史上最大の更新が相次いでいる. 気候変動により更なる豪雨の量,頻度の増加も予測されており,安全な社会構築に向けた多岐の科学技術を導入した革新的な防災効果の高い技術開発が切望されている. また,人的被害に直結しやすい土砂災害は,土砂災害防止法制定以降に事前の被災回避のため土砂災害警戒区域・特別警戒区域の指定がなされているが,指定数莫大で対応が困難な状況になっている. そのため,避難体制の充実化と並行して,リスク高低の優先順位に応じて円滑に事前の被災開始の措置を対応しなければならない. このような課題に対し,河川水質の化学的な特徴から地質の風化度を導出して,流域内の土砂影響のリスクの同定を試みた. 古くより表流水の化学成分より風化度や流域の斜面崩壊リスクを求めるための調査,分析は進められているものの^{1,2)},未だ同定の方法論は確立されていない. 本研究では,数値地図情報や衛星画像等から取得される流域の情報と化学成分を比較しながら同定することに取り組んだ.

2. 研究方法·研究对象地域

研究対象地域は、令和元年台風第 19 号により斜面崩壊が多発した阿武隈高地である。阿武隈高地は花崗岩により構成されており、斜面崩壊の多発した地域は強雨の他、コアストーン化による影響を大きく受けたことが報告されている³⁾。高地より流出する河川水をサンプリングして、化学成分を導出することで風化度を求めることを試みた。図 1 にサンプリングした阿武隈高地 30 地点の源泉の位置を示す。サンプリングは、表面流出の少ない無降雨時(2021 年 7 月~9 月)に実施した。また、サンプリングポイントは、上流側に人為的な土地利用開発地(例：農地)少ない概ね森林による土地利用になる位置を設定している。

現地よりサンプリングした試料の化学分析結果、阿武隈高地流域の特徴と、阿武隈高地の斜面崩壊状況を比較し、阿武隈高地 30 地点の風化度を検討した。以下(1), (2)に各研究方法について記載する。

(1) 化学分析

現地調査よりサンプリングされた試料は、ICP-MSによる元素濃度分析、イオンクロマトグラフィー法、重炭酸滴定法によるイオン濃度分析より化学成分を導出した。元素濃度に関しては負荷量の推計、

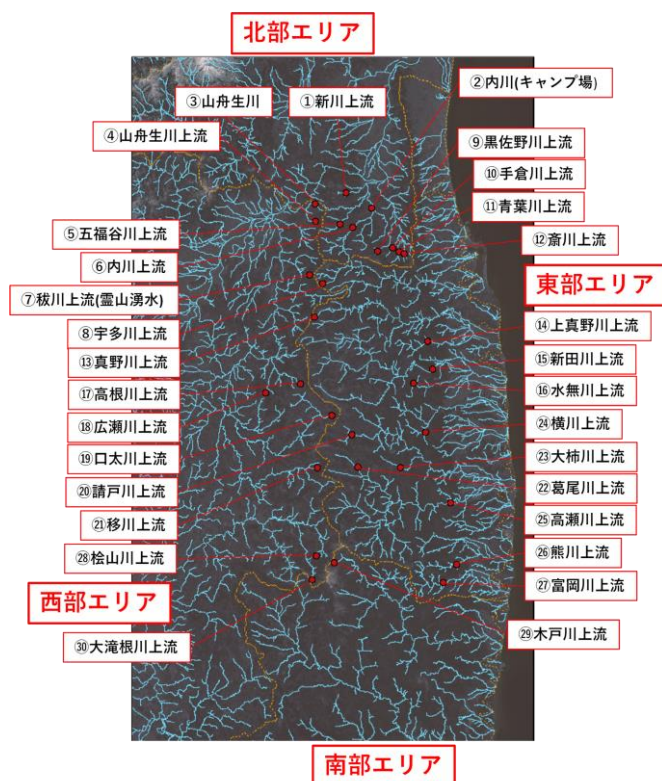


图1 研究对象地域平面图

イオン濃度に関してはトリリニアダイアグラムによる水質分類でデータ分析を行った。

(2) 研究対象地域の流域条件の把握

流域条件を求めるため数値地図情報を利用して、流域面積、河川傾斜度、比高差等の地形情報を取得した。また、数値地理情報を用いて植生、土壌の情報を取得した。

また、斜面崩壊の空間位置を同定するため、衛星画像解析を用いた。同定においては、衛星画像 Landsat5,8(空間解像度 30m×30m)を用いて NDVI(Normalized Difference Vegetation Index: 正規化植生指標)を求めて、2011 年以降の 4 時期の比較し、2019 年 10 月以降に裸地化した領域を崩壊推定地として抽出した。

3. 化学分析結果, および流域条件との関係性

図 2 にイオンクロマトグラフィー法、重炭酸滴定法で得られたイオン組成によるトリリニアダイアグラムを示す。阿武隈高地北部の新川上流、手倉川上流、及び阿武隈高地東部の真野川上流、大柿川上流の 4 地点を除いてすべての地点が概ね河川や浅層

キーワード：阿武隈高地，水質，地質，風化度

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

地下水に属する炭酸カルシウム型に分類された。なお、特異な分類となる4地点は深層地下水に属する炭酸ナトリウム型に分類された。炭酸ナトリウム型に含まれる河川はいずれも阿武隈高地北部に位置しており、台風時の強雨による斜面崩壊の影響により流出経路が変化したこと、もしくは風化進行した領域であるため深層地下水が流出しやすいことの可能性を示唆している。

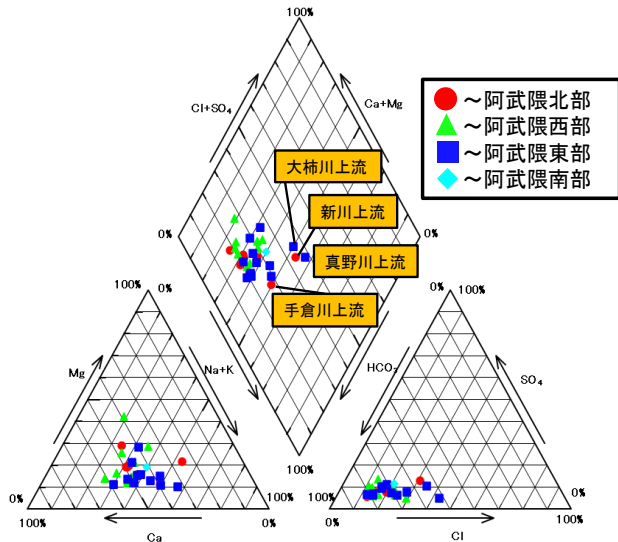


図2 阿武隈高地 30 河川のトリリニアダイアグラム

図3に元素濃度と流域条件により求めた推定元素負荷の結果を示す。

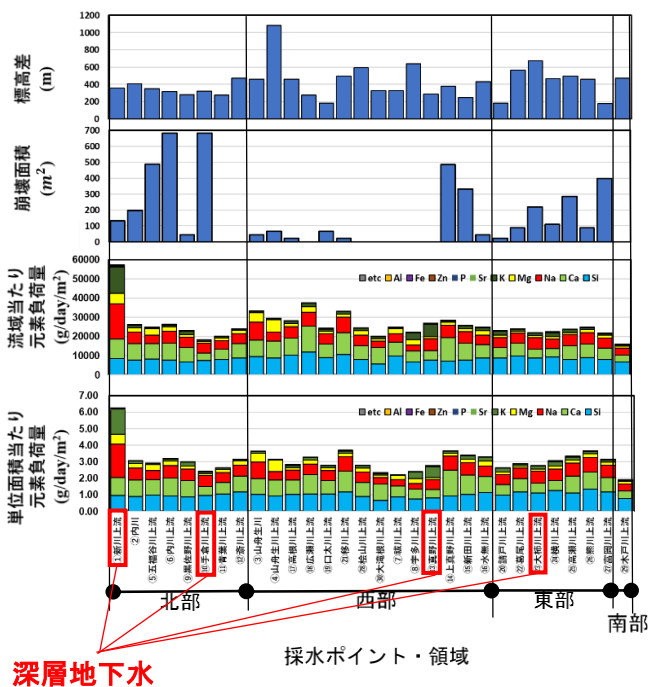


図3 元素濃度と流域条件より求めた推定元素負荷結果

いずれの河川とも概ね $Si > Ca > Na > Mg > K$ の序列で元素負荷量が流出している。また、新川上流は、突出して流域全体、単位面積当たりでも元素負荷量が多い結果を得た。その他、山舟生川、移川上流、広瀬川上流でやや元素負荷量が多い傾向を示すものの他の河川とのトータルの量的な差異は乏しい状況にある。

なお、斜面崩壊や土壌、植生の条件と元素負荷量の序列の関係を比較検討したが、負荷量増減との因果関係は認められなかった。例えば、負荷量の顕著な新川上流は、植生被覆がヤブツバキ域、土壌が粗粒灰色土の環境場だが一概にこれらの条件に属する阿武隈高地の環境場が大きな負荷量を示さない。また、斜面崩壊の面積とも関連性は認められない。地表の条件と相関を示さない傾向は、斜面崩壊が、風化した地質よりも強雨が寄与すると仮定した場合には、負荷量増減は地質風化に依存している可能性も示唆される。

4. 考察とまとめ

化学分析により、新川上流は、イオンクロマトグラフィ、元素量の結果より負荷量の大きさが示された。その一方、他の調査ポイントはある程度の負荷量の変化を示すものの、明瞭な増減が認められなかった。また、斜面崩壊、植生や土壌などの流域の地表条件との関係性も小さいことが把握された。

研究対象領域の阿武隈高地の大部分を占める花崗岩の化学的風化のプロセスを整理すると、節理への雨水の染み込みより、節理に沿って風化し、Ca, Na, K が溶脱すると知られている⁴⁾。このプロセスを適用すれば Ca 濃度の高い上真野川上流、移川上流、Na 濃度の高い新川上流、K 濃度の高い真野川上流が、風化の進行度が大きいと推察される。阿武隈高地の広域での比較評価より明瞭な風化の傾向が解明できなかったため、さらに巨視、緻密な領域の両面での風化状況の精読も試みる必要がある。

謝辞: 本研究の一部は、総合地球環境学研究所の同位体環境学共同研究事業、科学研究費補助金(19H02395)、科学研究費補助金(20K01150)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) 西村文武・中島淳子・矢田部龍一・ネトラ P. バンダリ：ネパール・カトマンズ周辺の水辺空間における元素分析特性に関する調査研究，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol.67, No.4, 2011.
- 2) 鈴木将之・佐藤修：水質からみた福島県地すべり地における排水機構，日本地すべり学会誌，Vol.40, No.2, 2003.
- 3) 中村誠佑・北野康・神谷始：47・7 豪雨による西三河山地崩壊地域の天然水の水質，地球化学，Vol.6, No.1, 1973.
- 4) 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，Vol.39, p37-44, 1999.