

## 萌芽的共同研究（課題番号： 2019H-01）

課題名：水文—風化過程のカップリングによるテフラ累層中の力学的弱面の形成モデリング

研究代表者：福井 宏和

所属機関名：京都大学理学研究科

所内担当者名：松四 雄騎

研究期間：平成 31 年 4 月 1 日 ～ 令和 2 年 3 月 31 日

研究場所：北海道勇払郡厚真町

共同研究参加者数：3 名（所外 0 名，所内 3 名）

- ・大学院生の参加状況：1 名（修士 0 名，博士 1 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [ 現地調査，サンプリング，分析 ]

研究及び教育への波及効果について

地震による斜面崩壊の素因とされる粘土鉱物，ハロイサイトの地中分布を立体的に記載し，その生成過程を水理化学的観点から分析することにより，テフラの風化によるハロイサイト高含有層の形成が，地中水の滞留や，それに付随して起こる還元的条件によって促進されることが示唆された。

### 研究報告

#### (1) 目的・趣旨

本研究の目的は，火砕堆積物（テフラ）の風化によってハロイサイトが生成する過程を，水—岩石反応，即ち母材となる軽石の溶解と，地中水の浸透による溶質の運搬，二次鉱物の沈殿生成から明らかにすることである。ハロイサイトは含水時，及び繰り返しせん断時に，せん断抵抗力が著しく減少することが知られており，風化によるハロイサイトの地中深度方向の分布を推定することにより，地震による斜面崩壊の潜在的弱面の抽出が可能となる。

#### (2) 研究経過の概要

北海道胆振東部地震による斜面崩壊地に面した風化断面を観察対象とし，地表から地下数 m までのテフラの堆積層序と，偏在する強風化層の記載を行った。ここで採取した土壌の鉱物化学組成，水理特性，及び土壌水の酸性度や化学組成を各種分析によって決定した。また，土層内の酸化還元状態を調べるため，選択的抽出法や分光法等の地球化学的分析によって，鉄のイオン種 ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) の同定，定量を行った。これらの実験結果から，地中水の浸透が，母材の風化による元素の溶脱，特にシリコンの溶脱を引き起こし，それによって土壌溶液のケイ酸濃度が，ハロイサイト生成の必要条件となる 10ppm 以上に達することがわかった。また，鉄のイオン種別の分布から，三価の鉄が優先する場合，ゲーサイトやヘマタイトなどの酸化鉄が沈殿生成し，ハロイサイト高含有層では二価鉄が多いことがわかった。これらの結果から，土壌水の不均一な浸透，滞留によって，土壌水中のケイ酸濃度の局所的上昇や，酸化還元電位の空間的変動を引き起こした結果と考えられる。

#### (3) 研究成果の概要

北海道厚真町のテフラの風化断面におけるハロイサイト高含有層は，地表から 1m 以深に垂直方向に偏在した。水理化学的分析から，この部位には，周囲に比べて局所的かつ集中的に地中水が供給され，それによって差別的に風化が進んだことが示唆された。また，いったん風化による軽石の粘土化が進むと，保水性が上昇し地中水の滞留が促進され，さらなる粘土化が進むという加速度的な粘土鉱物の生成過程が起こることも明らかとなった。また，鉄の存在状態の分析から，ゲーサイトやヘマタイトなどの三価の鉄が優先する部位にはハロイサイトがまったく存在せず，ハロイサイトの含有率には，二価鉄の存在が関係していることが結論づけられた。従って，テフラの風化によるハロイサイトの深度分布推定モデルを構築する際には，水の浸透，滞留による母材の溶解，地中水の溶質濃度上昇だけでなく，その液相の酸化還元電位が変化することも考慮に入れな

ればならない。

(4)研究成果の公表

1. 2019 年度日本地形学連合秋季大会，ポスター発表，2019 年 10 月京都
2. 2020 年度日本地球惑星科学連合，2020 年 5 月千葉（予定）