

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

テフラ被覆斜面において地震時の崩壊を規制する、
粘性土の状態と物性に関する研究 2020-14

研究代表者 小安 浩理 1)
研究分担者 渡部 直喜 2)

1) 北海道立総合研究機構…… 2) 新潟大学災害・復興科学研究所

研究要旨

平成 30 年胆振東部地震により、Ta-d および En-a の分布域にわたって高密度で発生した地すべりのテフラ土層について、溶脱性のある元素の組成や風化を示す鉱物の含有量に基づき風化帯を区分し、地すべり素因となる力学特性や保水性などの特徴を把握する試験を実施した。その結果、地すべりのすべり層の主体をなす粘性土（再堆積性の火山灰土）は、Ta-d の主要な分布域では非シリカ化風化帯、En-a の主要な分布域では再シリカ化風化帯とそれぞれ異なる風化帯に対比された。また、前者では後者に比べ、粘性土が降水による元素の溶脱や風化鉱物の生成による影響をあまり受けていないことが明らかになった。一方、地すべり素因となる粘性土の流動性は、Ta-d の主要な分布域の方が高かった。流動性の差異は風化鉱物の含有量のみでは説明できず、粘性土中の物理的特徴ないし微細構造に起因する可能性が示唆される。

A. 研究目的

平成 30 年胆振東部地震による地すべりでは、火山灰土中における特定の軽石層（Ta-d ないし En-a）直下にある粘性土（主として軽石の再堆積物）がすべり層の主体となった可能性が高い。これらの粘性土は形成年代や起源テフラが異なっているが、粘性土ごとの風化状態や力学的特性については不明な点が多い。

本研究では、平成 30 年胆振東部地震により地すべりが発生した地域において、主要な分布テフラが異なる斜面における粘性土を含む火山灰土層を対象とし、元素組成、含有鉱物から、風化帯を区分する。またテフラおよび粘性土の各風化帯における、地すべり素因となる特徴（力学特性、保水性）を把握することで、崩壊にかかわる要素を抽出する。

B. 研究方法

B-1. 野外調査および採取試料

地震地すべり発生地域において、主要な分布テフラが異なる斜面（南部地域朝日：Ta-d が厚い、北部地域早来瑞穂：En-a が厚い）における地すべり地を調査地とする（図 1, 2）。

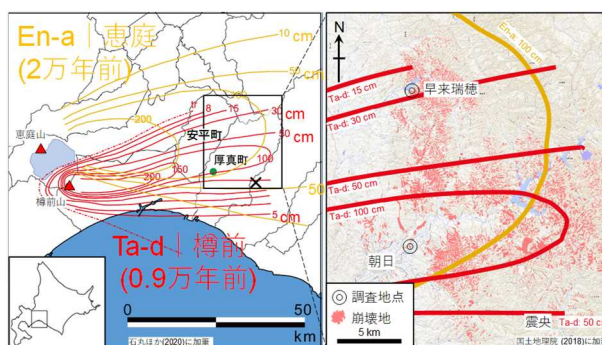


図 1. 調査地点および En-a, Ta-d の分布。

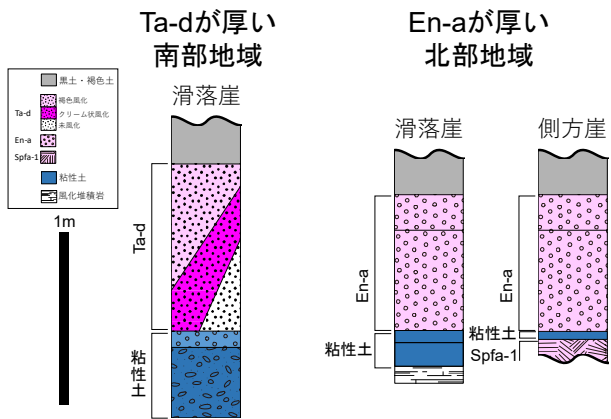


図2. 調査地点およびEn-a, Ta-dの分布.

土層の各部位（黒土，テフラ，粘性土）において試料を採取し，元素・鉱物分析を実施する．また，調査地点で原位置の力学試験および保水性測定を実施する．

B-2. 元素・鉱物分析

分析試料は，採取試料を風乾の後粉碎したものをを用いた．元素分析にはXRFを使用し，構成元素の組成を完全酸化物に換算し，その組成を求めた．鉱物分析にはXRDを使用し，不定方位法によりX線強度を測定し，鉱物を同定した．

B-3. 力学試験・保水性測定

試料を採取した露頭において原位置の試験および測定を実施した．力学試験は，原位置ベーンせん断試験を行い，非排水せん断強度および鋭敏比を求めた．保水性測定は，TDR 土壌水分計により土壌水分量を把握し，同地点における雨量観測結果と比較した．

C. 研究結果

C-1. 元素・鉱物分析結果および風化帯区分

元素・鉱物分析の結果，Ta-d, En-aともにテフラ層の上方に向かってSiやアルカリ金属・希土類元素の減少（溶脱）していた（図3，4）．またテフラ層の下部などで風化により生じる粘土鉱物が検出された．これら結果から風化帯の区分を試みる．テフラ層では降雨などを起源とする上方からの浸水により，造岩鉱物の変質に伴う元素の溶脱や，風化鉱物の生成が起こる．以下，千木良（1995），Chigira et al.（2002）の風化帯形成メカニズムに基づいて南部および北部の風化帯を区分する（図3，4）．

南部地域ではTa-d直下の粘性土はハロイサイト化が弱い非シリカ化の風化帯とした．Ta-dの最下部は未風化の新鮮帯となるが，その上位の褐色風化部とクリーム状風化部では元素が溶脱するとともに，トリディマイトがクリストバライト化しており水和帯に区分できる．この内クリーム状風化部の上部ではギブサイトがSi供給を受けてハロイサイト化しているため再シリカ化した風化帯に対比される．

北部地域では，En-a直下の粘性土は強くハロイサイト化しているおり，再シリカ化した風化帯に区分される．En-aでは上方ほど顕著な元素の溶脱およびクリストバライト化が起きているため，大部分は水和帯に区分できる．水和帯の一部はハロイサイト化しており，再シリカ化した風化帯がパッチ状に挟在する．

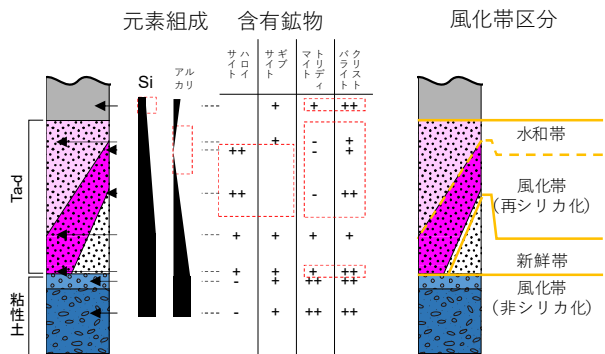


図3. 南部地域の元素・鉱物分析結果および風化帯区分.

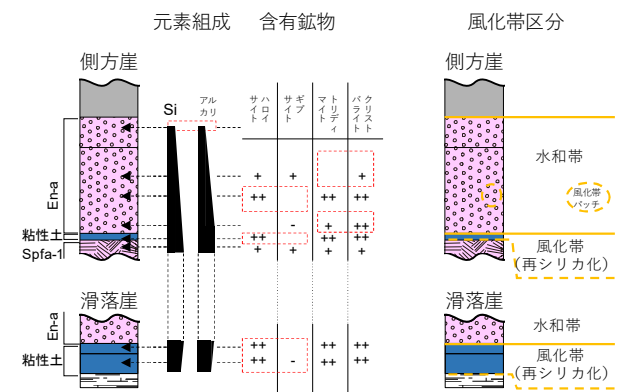


図4. 北部地域の元素・鉱物分析結果および風化帯区分.

C-2. 力学試験・保水性測定

力学断試験の結果，粘性土の非排水せん断強度は南部地域と北部地域でほぼ同程度だった（図5，

6). また、粘性土の非排水せん断強度はテフラ層より小さくなる傾向があるが、南部地域ではクリーム状風下部よりも大きかった。一方、粘性土の鋭敏比は南部地域のほうが北部地域よりも大きい値を示した。

保水性測定の結果、粘性土およびクリーム状風化部では降水前後においても土壌水分量の変動は小さく、比較的高い土壌水分量を示した。

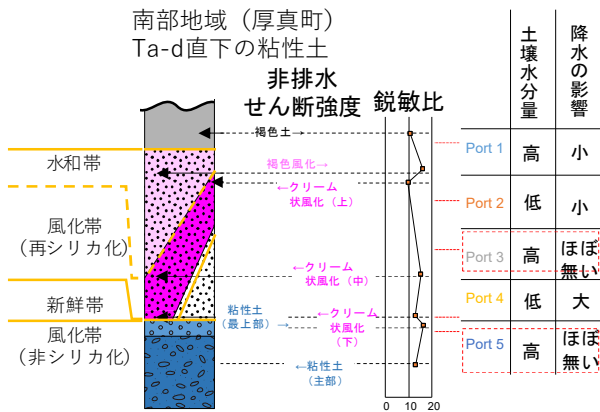


図 5. 南部地域における風化帯ごとの力学特性および保水性.

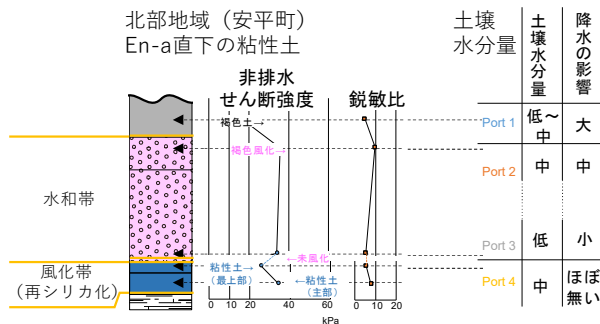


図 6. 北部地域における風化帯ごとの力学特性および保水性.

D. 地すべり素因となる粘性土の特徴

風化帯区分から、南部地域では粘性土は風化過程において、風化帯のシリカ化が進行していない（非シリカ化）ため、降水によるシリカ溶脱・再シリカ化の影響をあまり受けていないと考えられる。一方、北部地域では風化帯が再シリカ化していることから、降水によるシリカ溶脱・再シリカ化の影響を受けていると考えられる。

粘性土の非排水せん断強度は、南部地域と北部地域で同様の値を示すが、鋭敏比は南部地域のほうが大きい。また粘性土の土壌水分量は南部地域のほうが北部地域よりも高い。これらの特徴は、

南部地域の粘性土のほうが崩壊後の流動性が高いことを示しており、これが地すべり素因と考えられる。一方、粘性土に対する風化の影響が南部地域よりも北部地域でより大きいことから、粘性土の高い流動性は、風化粘土鉱物の含有量ではなく、粘性土の物理的特徴ないし微細構造に起因すると考えられる。

E. 結論

本研究の結果、以下のことが明らかになった。

- 粘性土は南部地域では風化帯（非シリカ化）に、北部地域では風化帯（再シリカ化）にそれぞれ対比される。
- 南部地域の粘性土は北部地域の粘性土に比べ、降水によるシリカ溶脱・再シリカ化の影響をあまり受けていない。
- 粘性土の流動性の大きさは、物理的特徴ないし微細構造に起因する可能性がある。

F. 研究発表

1. 論文発表

小安浩理・石丸聡, (2021) 胆振東部地震の地すべりに関する移動体下底部の特徴. エネ環地研報告, 1巻, 21-34頁, 令和3年(2021年)3月.

2. 学会発表

小安浩理, (2020) 北海道胆振東部地震による火山灰層すべりの土質的特徴. 令和2年度 エネルギー・環境・地質研究所 調査研究成果資料集. G04. 令和2年(2020年)5月.

G. 知的財産権の出願・登録状況

特になし。