

20. 高知県蔭地すべり地における粘土鉱物の分布

広島大学大学院理学研究科 ○宇野洋平・宮原正明

北川隆司・地下まゆみ

愛媛大学工 矢田部龍一・横田公忠

1. はじめに

地すべりは斜面災害の1つであるが、地質現象としてみると侵食、運搬過程のひとつに過ぎない。地すべりが多発する地域は偏っており、全国一様ではなく、四国は地すべりの多発地域である。四国は地質構造的に大きく領家帯、三波川帯、御荷鉢帯、秩父帯、四万十帯に分けられている。その中でも特に御荷鉢帯は地すべり地の分布密度が高いことで知られている。御荷鉢帯に発生する地すべりの特徴の1つは、移動する粘土層が厚いことである。地すべりの発生には、母岩の風化や熱水変質により生成する粘土鉱物が主要な素因の1つとして考えられている。

そこで今回我々は、御荷鉢帯に属する高知県長岡郡大豊町の蔭地すべり地(図1)に生成している粘土鉱物の垂直分布変化をボーリング試料を使って調べたので報告する。

2. 蔭地すべり地の概要とサンプリング

蔭地すべり地は吉野川の支流である南小川左岸の山腹斜面に位置している(図1)。幅1.0km、斜面長1.5kmで面積は73.0haである。地質学的には御荷鉢帯と三波川帯の境界付近に位置するが、大部分が塩基性凝灰岩ないし溶岩起源の緑色岩より構成される。

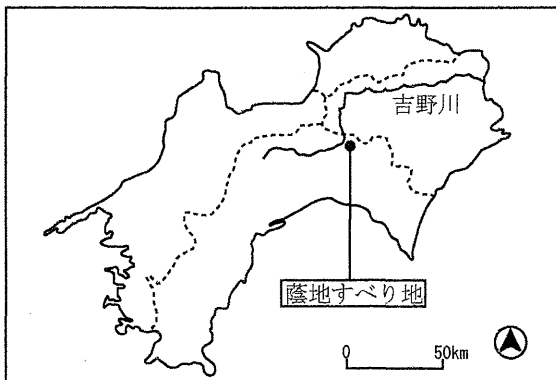


図-1 調査地点

夕部ら(2001)²⁾によると蔭地すべり地は21,310±70年前と、その後2回の大規模マスマーブメントによって引き起こされた地すべりで、末端部の南小川の侵食によって滑動が活発化する、後退性の地すべり地であると考えられている。

試料は高知県本山土木事務所が平成11、12年度に実施した試錐調査により得られたボーリングコア、BV11-1とBV12-1(図

2)から粘性土と岩石試料を採取した。図3にはBV11-1、BV12-1を含む測線ABの断面図を示す。併せて現地での地表踏査を行い、地表の粘性土及び岩石試料も採取した(図2)。

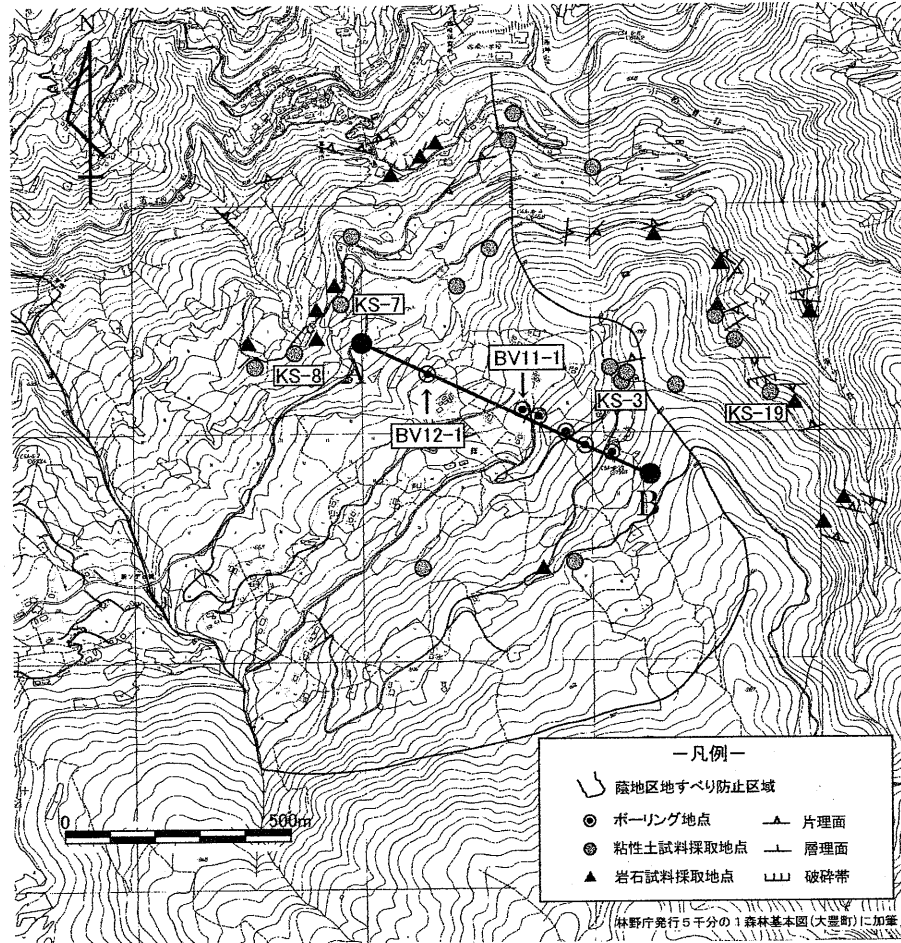


図-2 蔭地すべり地

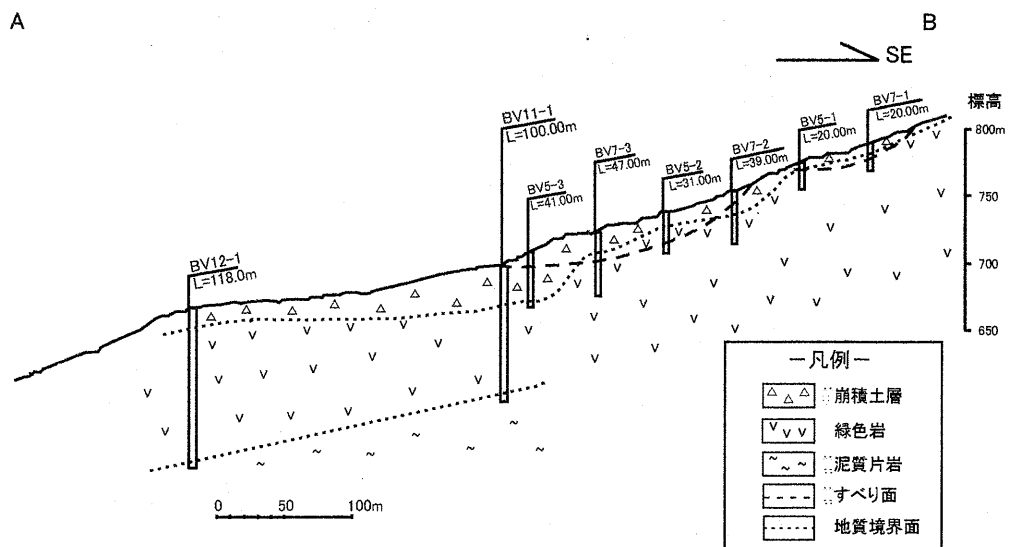


図-3 地質断面図(高知県本山土木事務所(2000)²⁾を一部改変)

3. 実験方法

粘性土試料はまず自然乾燥させ、孔径 2mm の篩により粒径が 2mm 以上の礫を取り除いた。試料 (2mm 以下) の一部を乳鉢で粉碎し、不定方位試料とし X 線粉末回折法により構成鉱物の定性分析を行った。

さらに、水ひこにより試料中の 2 μ m 以下の粘土粒子を集め、ガラス板上に塗布 (定方位試料) し、X 線粉末回折法により粘土鉱物の同定を行った。粘土鉱物の同定に際しては、未処理 (UT)、エチレングリコール処理 (EG)、500 $^{\circ}$ C で 1 時間加熱処理後の分析も実施した。また、水ひこにより回収した粘土鉱物を用いて、粘土鉱物の陽イオン交換量 (CEC) を測定した。

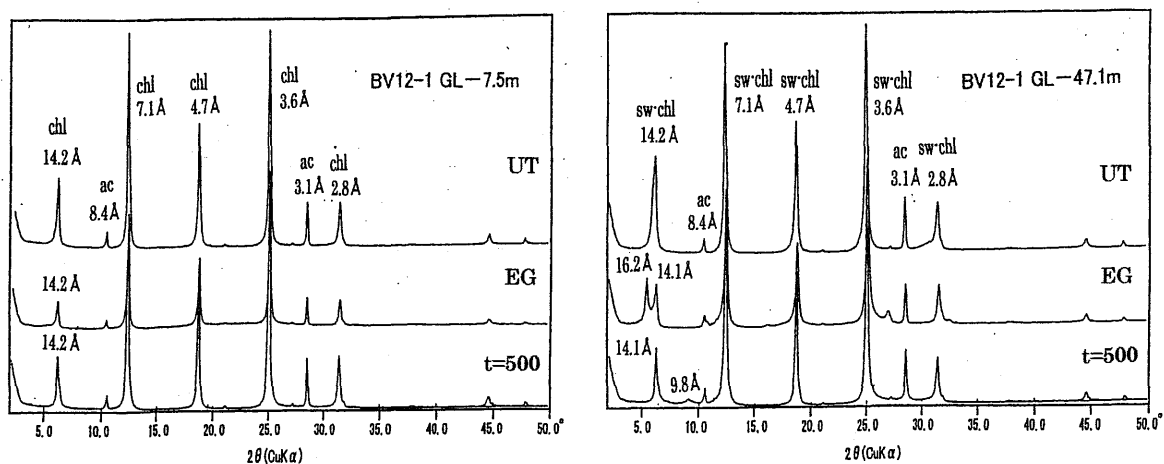
4. 粘性土の構成鉱物

X 線粉末回折法による定性分析の結果、BV11-1 と BV12-1 の粘性土の主要な構成鉱物は緑泥石とアクチノ閃石であった。他に曹長石、普通輝石、方解石、スフェーン、ドロマイトを少量伴う。BV11-1 と BV12-1 のそれぞれ G1-93.2m、G1-112.0m 以深は泥質片岩で、主としては石英、曹長石、雲母類、緑泥石である。緑色岩と泥質片岩の境界付近では、両者が混合したと推定される粘性土もあった。

地表で採取した粘性土の主な構成鉱物は、緑色岩分布域では緑泥石とアクチノ閃石であり、少量の曹長石、普通輝石、方解石、スフェーン、パンペリー石、タルク、石英を伴うものもあった。泥質片岩分布域では石英、曹長石、雲母類、緑泥石が主構成鉱物である。

5. 蔭地すべり地に生成している粘土鉱物種とその分布

BV11-1、BV12-1、地表の粘性土試料に含まれる粘土鉱物の代表的な X 線粉末回折図を図 4 に示す。BV11-1 及び BV12-1 で確認された主な粘土鉱物は緑泥石、スメクタイト、膨潤性緑泥石であった。



UT: 未処理 EG: エチレングリコール処理 t=500: 500 $^{\circ}$ C で 1 時間加熱処理
chl: 緑泥石 sw-chl: 膨潤性緑泥石 ac: アクチノ閃石

図-4 粘土鉱物の X 線粉末回折図

表-1 膨潤性緑泥石の陽イオン交換容量

試料名	交換性陽イオン(ppm)				CEC (me/100g)
	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	
BV11-1 GI-43.6m	4.2	2.0	0.6	0.4	80
BV11-1 GI-65.6m	4.4	1.8	0.4	0.4	76

膨潤性緑泥石は御荷鉢帯の地すべり地に特徴的に生成する粘土鉱物である⁴⁾。詳細な結晶構造や生成過程は明確になっていないが、緑泥石と膨潤性粘土鉱物の混合層鉱物の可能性が考えられている。粘土鉱物の膨張性を比較する1つの目安として陽イオン交換量(CEC)があるが、BV11-1 から得た膨潤性緑泥石を含む試料のCECを測定したところ、表-1の結果が得られた。緑泥石のCECは普通2~10me/100g程度であるが⁵⁾、膨潤性緑泥石のCECは約80me/100gで、この値はスメクタイト(60~100me/100g)⁵⁾とほぼ同じである。膨潤性緑泥石は緑泥石とは異なり、スメクタイトに似た性質を持つと考えられる。

BV11-1 と BV12-1 で同定された粘土鉱物種の分布をそれぞれ柱状図と対比し、図5に示す。BV11-1 は地表からGI-40m付近までは、緑泥石およびスメクタイトが生成していた。極僅かであるために図には表示していないが、カオリン鉱物、パーミキュライト、ローモンタイト、ゲーサイトも確認される。GI-40m付近より深部ではほぼ全ての試料に膨潤性緑泥石が含まれている。BV12-1 ではGI-8m付近より浅い場所では緑泥石、スメクタイトが生成している。一方、GI-8m付近より深部では膨潤性緑泥石が分布している。興味深い点として、膨潤性緑泥石の分布域がBV11-1 ではGI-40m付近以深であるのに対し、BV12-1 ではGI-8m付近以深とかなり浅くなっている。スメクタイトを含む試料は淡褐色に変質し、砂状に近

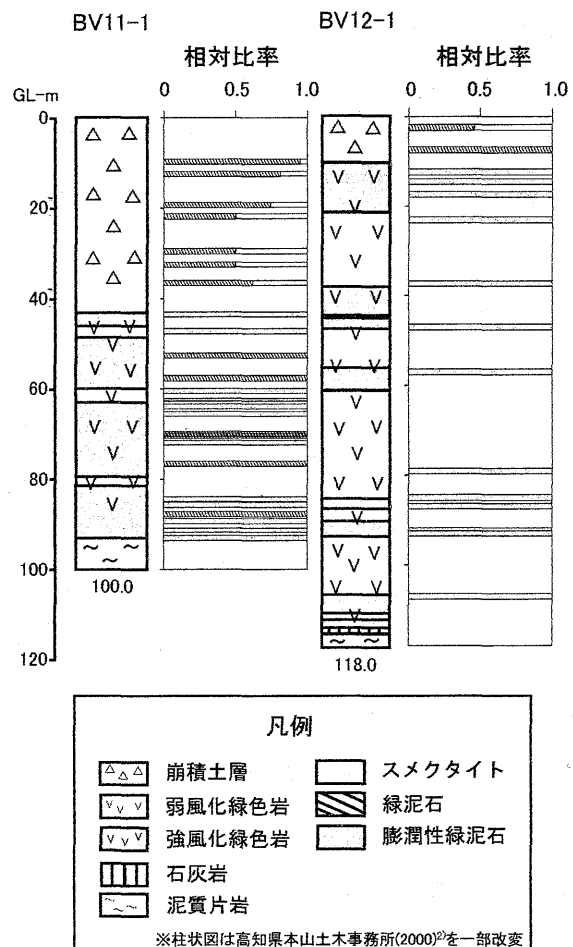


図-5 粘土鉱物の分布と相対比率

いのに対して、膨潤性緑泥石を含む試料は淡緑灰色の明瞭な粘性土である。両者の間には風化環境の違いがあり、また土質力学的な差異も生じている可能性がある。つまり、両者の境界部がすべり面の1つとして作用する可能性も否定できない。

次に、地表付近の粘性土試料に含まれる主な粘土鉱物について述べる。緑色岩分布地域では緑泥石、スメクタイト、バーミキュライトが認められた。これに対し、泥質片岩分布域ではこれらの構成鉱物に加えてイライトが生成している。両地域において、他に微量ではあるがカオリン鉱物、タルク、ギブサイト、ゲーサイトが同定された。例外として、KS-7とKS-19(図2)では膨潤性緑泥石が認められる。どちらの試料も露頭の破碎帯から採取した淡緑灰色の粘性土で、BV11-1とBV12-1の膨潤性緑泥石が生成していた粘性土によく似ている。KS-19は緑色岩中の破碎帯で、走向・傾斜はN81° E73° S、露頭での幅は約3mであった。他にKS-3、KS-8(図2)より採取した淡緑灰色粘性土からは、膨潤性緑泥石に酷似した粘土鉱物が含まれている。上記したKS-19に存在する破碎帯の西側延長線上にKS-3があり、さらに西側にはBV11-1が位置する(図2)。BV11-1の緑色岩は強く破碎を受けており、G1-72.0m以深から地下水が自噴を続けている⁹⁾。また先に述べたように、BV11-1ではG1-37m付近より深部でほぼ全ての試料に膨潤性緑泥石が含まれている。膨潤性緑泥石は経験的に地表環境下では、地表に露出した破碎帯を除いて確認されないことから、KS-19、KS-3、BV11-1の破碎帯が同一のものである可能性が高いと考えられる。

6. まとめと考察

蔭地すべり地周辺には破碎帯が確認される。先に述べたように、その内の1つは地表踏査と粘土鉱物の分析結果からBV11-1を通過する比較的大きなものである可能性がある。こうした連続性の良い破碎帯の存在は、地すべり地の構造を規制する1つの要因となり、また地すべり地内に豊富な水が供給されていることが予想される。

BV11-1では膨潤性緑泥石の分布域がG1-40m付近以深であるのに対し、BV12-1ではG1-8m付近以深とかなり浅くなっている。スメクタイトと膨潤性緑泥石の境界部には不連続面が推測され、すべり面の1つとして作用する可能性も考えられる。

BV11-1、BV12-1の最深部では御荷鉾緑色岩から泥質片岩へと変化していた。泥質片岩は砂状となる部分が一部あるものの、殆どが硬質な岩石であるのに対して、御荷鉾緑色岩は粘性土化が著しい。御荷鉾緑色岩のほぼ全ての粘性土には膨潤性緑泥石が含まれている。膨潤性緑泥石の膨張性はCECから判断すると、スメクタイトに近いと考えられる。硬質の泥質片岩上に膨潤性粘土鉱物を含む粘性土や連続性の良い高角度の破碎帯の存在は、夕部ら(2001)²⁾や讃岐ら(2000)⁶⁾が指摘するような深層部での大規模なマス

ムーブメントが考えられる。

謝辞

本研究を行うにあたり高知県本山土木事務所から貴重な試料を提供して頂いた。試料の入手にあたっては木本工業株式会社に便宜を図って頂いた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 武田賢治・佃 栄吉・徳田満・原 郁夫：三波川帯と秩父帯の構造的関係，秀 敬編「三波川帯」(小島丈児教授還暦記念論文集)，広島大学出版研究会，pp107~151，1977
- 2) 高知県本山土木事務所：平成12年度蔭地すべり調査委託業務報告書，2000
- 3) 夕部雅丈・岡村眞：御荷鉾緑色岩類帯の大規模地すべりー蔭地すべりの変遷過程ー，地すべり，Vol.37，No.4，pp74~81
- 4) 北川隆司・宮原正明・矢田部龍一・横田公忠：鉱物学的に見た四国の地すべり，地盤工学会 40 周年記念論文ー四国の地すべりー，(社)地盤工学会四国支部，pp101~114，1999
- 5) 白水晴雄：粘土鉱物学ー粘土科学の基礎ー：朝倉書店，1995
- 6) 讃岐利夫・島崎博：高知県大豊町「蔭地すべり」の深尺ボーリングと踏査結果の対比，平成12年度研究発表会発表論文集，日本応用地質学会中四国支部，2000