

表層崩壊する土層の特徴と断面調査及び簡易貫入試験結果に基づいた土層の設定方法

パシフィックコンサルタンツ株式会社 ○江川 千洋, 蔭山 星, 菊池 美帆, 船山 淳, 小嶋 孝徳
国土交通省 国土技術政策総合研究所 田中 健貴, 木下 英樹, 鈴木 啓介

1. はじめに

表層崩壊は、斜面の表層に形成された土層が豪雨時や地震時に崩壊する現象である。表層崩壊発生箇所の予測において、土層厚(崩壊層厚)は重要なパラメータである。

松四ほか(2016)が提案する表層崩壊ハザード評価モデルでは、土層は「生成」と「輸送」によって時間の経過とともに徐々に蓄積していくものとしてモデル化されている。一方で、既往の表層崩壊跡地を調査していく中で、表層崩壊は必ずしも土層基底面にすべり面が形成されるわけではないことが分かってきた(松澤ほか, 2014, 井上ほか, 2014 など)。そこで表層崩壊のすべり面周辺の土層構造を明らかにするために、徳島県那賀川流域川成地区斜面において簡易貫入試験、検土杖調査、ピット掘削を行った。

2. 調査方法

地質調査は、中・古生代の岩石(付加体)が分布する那賀川上流域川成地区とし、LP判読により抽出した表層崩壊跡地を対象に「ピット掘削による断面調査」、「簡易動的コーン貫入試験(JGS1433-1995)によるNd値取得」を実施した(図-1)。

なお、調査は地質的特性(硬軟・割れ目間隔等)及び、地形的特性(起伏量・曲率)に明瞭な違いのある混在岩とチャートを対象とした(表-1)。

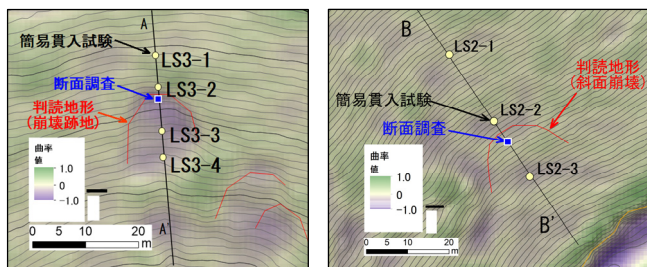


図-1 崩壊跡地における地質調査(左:混在岩, 右:チャート)

表-1 調査対象とした岩石の特徴

地質	地質的特徴		地形的特徴	
	硬軟	割れ目間隔	起伏量	曲率
混在岩(泥岩)	中硬岩	数 cm	大	レンジ広
チャート	硬岩	10cm	中	レンジ狭

土層とは、基盤岩から剥離した鉱物粒子や岩片等(土粒子の生成)とソイルクリープによる斜面下方への移動(土粒子の輸送)によって形成されていく(Dietrich et al, 1995)。一方で、斜面上に蓄積した土層は表層崩壊によって間欠的に除外されていく(松四ほか, 2016)。このような土層の空間分布を把握するため、調査地を地形曲率(尾根・平板・谷)によって区分した上で、合計100箇所(混在岩50箇所, チャート50箇所)の検土杖調査と簡易貫入試験を実施した(図-2)。なお、調査測線の

設定根拠は以下の通りである。

- ① 尾根で定常土層厚(松四ほか2016は生成と輸送が釣合うと仮定)を取得するための測線(3測線)
- ② 尾根⇒平板⇒谷の土層厚変化を取得するための測線(7測線)

また、崩壊履歴の影響について、過去に表層崩壊した箇所では土層厚にばらつきが生じる。そこで、滑落崖における地形の明瞭度をもとに測線設定を行い、可能な限り崩壊履歴の影響を除いた。

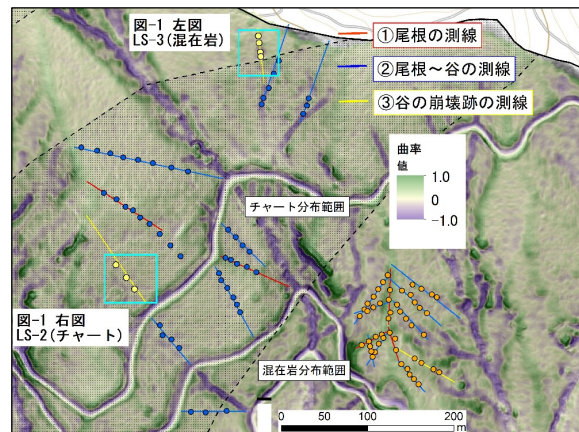


図-2 調査地点位置図

3. 調査結果及び考察

3.1 表層崩壊跡地を対象とした調査結果と考察

滑落崖山側で実施した断面調査及び簡易貫入試験結果を整理したものが図-3である。ここでは、混在岩, チャートとも、土層と基盤岩の境界に、岩片が一部噛み合った状態で残存するやや締まった状態の地質が確認された。本稿では、これを「遷移層」と呼ぶ。

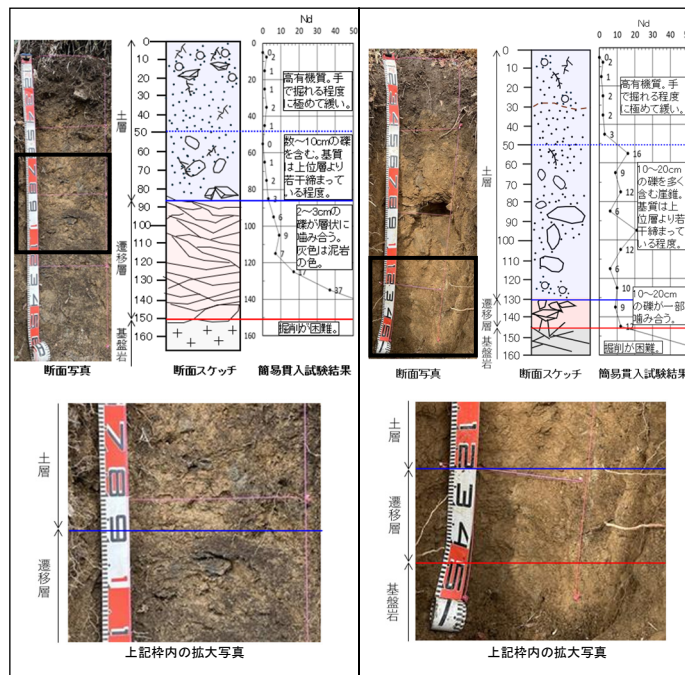


図-3 調査結果整理図(左:混在岩, 右:チャート)

(1) 土層及び遷移層の地質的特徴

斜面表層の土層、遷移層、基盤岩の特徴を整理したものが表-2である。これらは、混在岩とチャートで大きな違いはなく、ほぼ同様の特徴を有している。

表-2 土層、遷移層、基盤岩の特徴

地質区分	有機物	Nd 値	地質的特徴
土層	多く含む	10 以下	土粒子で構成される。容易に掘削できる。
遷移層	ほとんど含まない	10 超～50 未満	土粒子と噛み合った岩片で構成される。掘削できるが困難。
基盤岩	含まない	50 以上	硬質な岩石で構成され掘削できない。

ソイルクリープの速度(輸送速度)は、地表面に近いほど大きく深度方向へ減衰することが観測されている(園田・奥西, 1999)。つまり遷移層は、土層よりも相対的に深部にあることから輸送速度は小さく、基盤岩から剥離した岩片が完全に分離せず噛み合った状態のまま残存したり、ソイルクリープによる混合が顕著な土層と比較して有機物が取り込まれる割合が相対的に少ないと考えられる。

(2) 表層崩壊の層厚の違い

混在岩とチャートにおける表層崩壊跡地の地質断面図を図-4に示す。

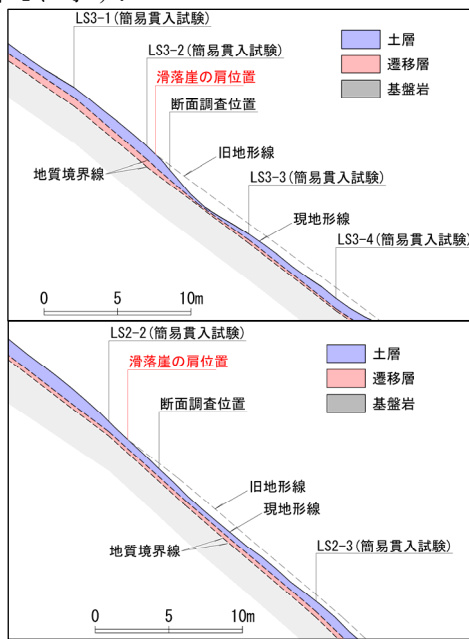


図-4 地質断面図(上:混在岩, 下:チャート)

混在岩は崩壊地内で土層厚、遷移層厚とも減少しているのに対し、チャートは崩壊地内で土層厚のみ減少し、遷移層厚に変化は認められない。これは、混在岩では遷移層基底面に、チャートでは土層基底面にすべり面が形成されたことが可能性として考えられる。

3.2 流域を対象とした調査結果と考察

表-2のNd値と検土杖で流域全体の地質区分を行い、地形曲率と土層厚及び遷移層厚との関係を整理したものが図-5, 6である。なお、地層境界の設定は、Nd=10及び50に最終到達した深度とした。

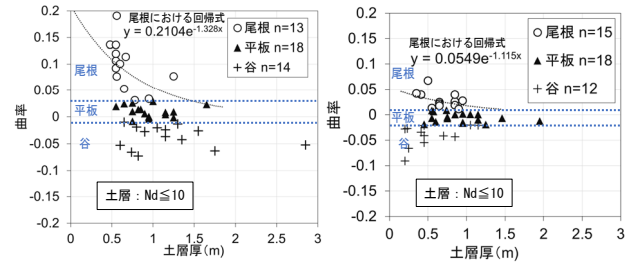


図-5 地形曲率と土層厚の関係(左:混在岩, 右:チャート)

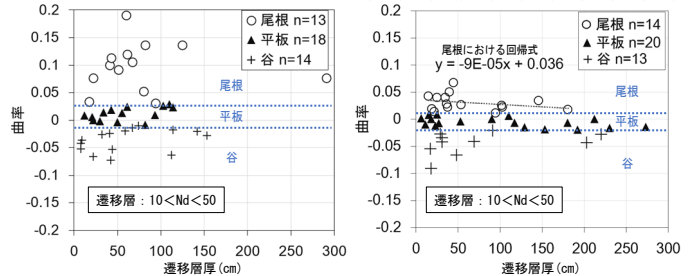


図-6 地形曲率と遷移層厚の関係(左:混在岩, 右:チャート)

土層厚については、尾根に着目すれば、曲率との関係性に負の相関が認められ、曲率が小さくなるにつれ土層が発達していく状況が確認できたと考えられる。また、平板や谷で土層厚のばらつきが大きいのは、表層崩壊によって土層が間欠的に除外された可能性が考えられる。

4. 今後の展望

今回調査した斜面では、混在岩とチャートで、すべり面が形成される箇所が異なっていた。このことは、混在岩分布域では、遷移層も崩壊予備軍として考慮する必要があることを示唆している。遷移層の発達は、地形曲率と層厚の関係性(図-5, 6)からも、土層発達プロセスと類似したプロセスを有している可能性が考えられる。今後は、遷移層の調査データを増やし、遷移層基底面にすべり面が形成される基盤地質の特徴や発生メカニズムについて明らかにしていくとともに、生成速度や輸送速度といった視点で発達プロセスについても検討していく必要があると考えられる。

険しい現場での調査は、島建コンサルタント株式会社にサポート頂きました。心より感謝申し上げます。

5. 参考文献

- ① 松四ほか(2016)：土層の生成および輸送速度の決定と土層発達シミュレーションに基づく表層崩壊の発生場および崩土量の予測。地形, 37-4, 427-153.
- ② 松澤ほか(2014)：岩石の風化程度および削剥前線に支配された表層崩壊発生場-和泉群の事例-。応用地質, 55-2, 64-76.
- ③ 井上ほか(2014)：表層崩壊地における「表土層」の現地調査および樹脂固定標本による地質記載と解析-兵庫県・洲本花崗閃緑岩分布域の例-。地質技術, 4, 3-14.
- ④ Dietrich et al(1995)：A process-based model for colluvial soil depth and shallow landsliding using digital elevation data. Hydrological Processes, 9, 383-400.
- ⑤ 園田・奥西(1999)：森林斜面における表層土のクリープの測定。地形, 20, 519-540