

山地斜面の表層土層厚と地形・地質との相関性に関する一考察

国土交通省国土技術政策総合研究所 ○山田 友*¹ 坂井 佑介*² 山越 隆雄

*1) 現 応用地質株式会社, *2) 現 九州地方整備局阿蘇砂防事務所

1. はじめに

山地斜面における表層崩壊の危険度を適正に評価することは、崩壊に伴う生産土砂量を推定し、砂防事業を計画するうえで、重要な課題の一つである。

5 表層崩壊の危険度評価手法としては、田村ら

(2009) の H-Slider 法などがある。H-Slider 法は、無限長斜面を仮定した安定解析に準じた手法であり、パラメータとして設定する必要がある表層土層厚が斜面の安全率に大きく影響している。そのため、広域の表層崩壊の危険度を適切に評価するためには、広域の表層土層厚を精度良く推定する必要がある。既往研究では、5 m メッシュの基盤勾配が同じ場合は土層厚が確率的に予測できること（田村ら、2009）や、表層土層厚の上限は、斜面の傾斜によって規定されること（例えば、逢坂ら、1987）が明らかとなっている。このように、地形量と表層土層厚には一定の関係性がみられるものの、表層土層厚を決定論的に精度良く推定するには至っていない。そこで筆者らは、広域の推定を念頭に、10 m メッシュで同じ地形量であっても表層土層厚に差が生じる要因を解明できれば、表層土層厚をより精度よく推定できる可能性があり、延いては山地斜面における表層崩壊の危険度評価も精度向上が期待できると考えた。本論では、10 m メッシュ内で測定された 2 地点の簡易貫入試験結果を分析することにより、表層土層厚に差が生じる要因を考察した結果をまとめる。

2. 研究対象地の概要

2.1 地形・地質概要

30 研究対象地は、図-1 に示した広島県の 7 地区とした。当該地区は、標高 100~600 m で平均の斜面勾配が 35° 程度のやや急峻な丘陵地および低山地である。地質は、白亜紀後期の広島花崗岩が分布する地域であり、5 萬分 1 地質図幅（広島・海田市）を参考にして、中粒-細粒優白質黒雲母花崗岩と細粒黒雲母花崗岩を細粒花崗岩類、中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩と中粒角閃石黒雲母花崗岩を中粒花崗岩類、中粒弱斑状黒雲母花崗岩と中-粗粒黒雲母花崗岩粗粒花崗岩類として区分した。

2.2 使用する地形データおよび表層土層データ

40 地形データは、平成 21 年と平成 26 年に航空レーザ計測で取得された 1 mDEM を用いて、QGIS の解析ツールによって算出した値を使用した（表-1）。

45 表層土層厚データは、平成 17 年~28 年に 1,023 地点で実施された簡易貫入試験データを使用した。このうち、10 m メッシュ内で 2 地点以上測定された箇所は 210 地点である。表層土層と判定する基準は、日浦ら（1978）が表層崩壊発生土層としている Nd 値 10 以下とした。

3. 研究手法

3.1 局所的な地形量の比較

10 m メッシュ内の局所的な地形量（1 mDEM を用いた地形量）による分析を実施した（図-2）。分析する対象は、表層土層厚の差（以下、2 地点の土層厚差と称す。）および 1 mDEM から算出した斜面勾配、平均曲率（以下、1 mDEM 地形量と称す。）とした。なお平均曲率は、斜面に対して縦断方向の曲率（断面曲率）と横断方向の曲率（平面曲率）の平均として算出した（図-3）。また筆者らは、表層土層厚は周辺の地形が複雑に変化する程度とも関係している可能性があると考え、10 m メッシュ内における 1 mDEM 地形量の標準偏差を用いて定量的な分析を試みた。

表-1 地形量解析ツール一覧

地形解析項目	解析DEM	解析ツール
斜面勾配	1mDEM	GDAL 傾斜 (slope)
水平曲率 (k_1)	1mDEM	SAGA MorphometricFeatures ; 半径=10m
断面曲率 (k_2)	1mDEM	SAGA MorphometricFeatures ; 半径=10m
平均曲率	1mDEM	※計算式より算出 : $(k_1+k_2) \div 2$
流域面積	10mDEM	SAGA 流域面積 (Catchment area) ; Deterministic Infinity

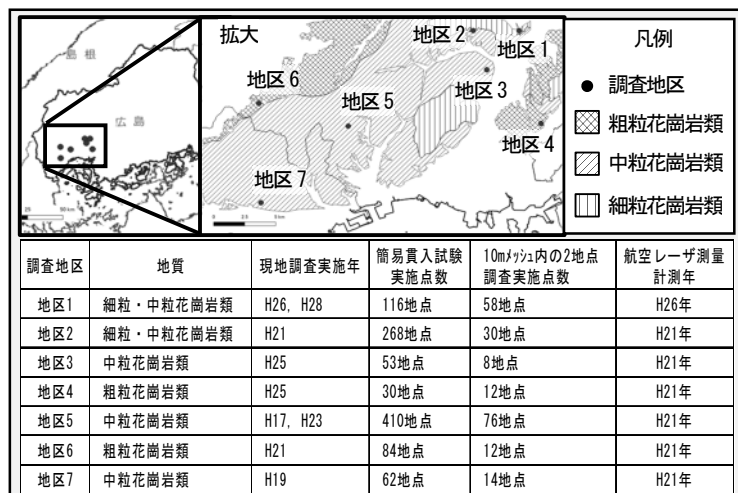


図-1 研究対象地と諸元

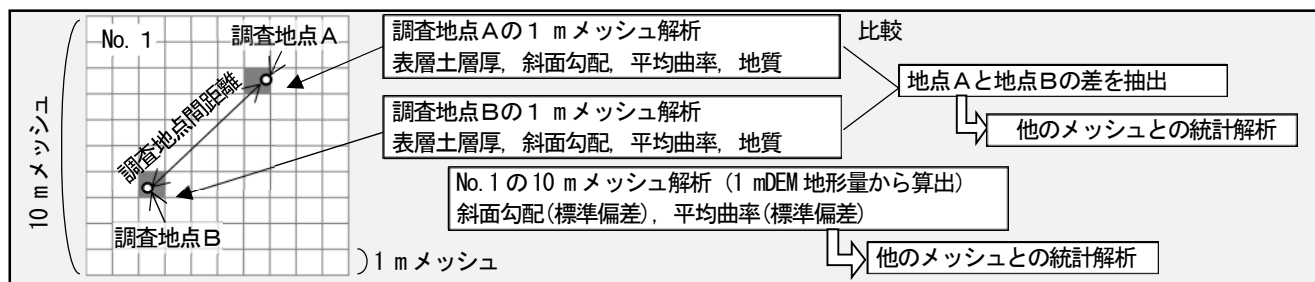
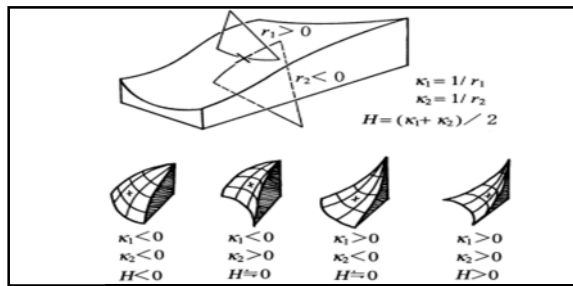


図-2 2地点の土層厚差と 1 mDEM 地形量の相関分析手法の概念



西田ら (1997) より引用

図-3 平均曲率の概念図

3.2 2地点の土層厚差と地質に関する分析

表層土層は、地質別に異なる傾向があると考えられており、例えば逢坂ら (1987) では、表層土層の厚さや深度方向への変化について、地質別に異なる傾向があることを指摘している。また、船山ら (2022) では、花崗岩類の粒度の違いにより風化状況が異なることを指摘している。研究対象地に分布する花崗岩類は、粒度の違いにより、細粒、中粒、粗粒の3つに分類できたため、粒度別に2地点の土層厚差を集計して比較することとした。

4. 調査結果

4.1 2地点の土層厚差に関する分析

10 m メッシュ内の2地点は、土層厚の最大差が約 1.5 m、斜面勾配の最大差が約 35°、平均曲率の最大差が約 0.95 くらい、1 mDEM 地形量がばらつくことを把握した。しかし、2地点の土層厚差と 1 mDEM 地形量の差および 10 m メッシュ範囲の標準偏差とは、相関がみられなかった (図-4, 5)。つまり、表層土層厚の上限が地形に因って規定されるものの、その上限の範囲内で表層土層厚に差が生じる要因は、より局所的な地形量を用いても斜面勾配や平均曲率だけでは決定することが難しいと考えられる。

4.2 2地点の土層厚差と地質に関する分析結果

2地点の土層厚差は、細粒花崗岩類と比較して中粒および粗粒花崗岩類が、大きい傾向がみられた (図-6 (a))。ここで、地質と2地点の土層厚差と距離についてみると、粗粒花崗岩類が2地点の距離約 7 m 以下に偏ることと、地質に因らず2地点の距離が離れるほど2地点の土層厚差の上限が大きくなる傾向がみられた (図-6 (b))。2地点の距離が離れるほど周辺環境の差が大きくなり、2地点の土層厚差が大きくなる可能性が高くなると考えられるが、本研究では分析不十分であり今後の課題とする。ただし、局所的に変化が大きな地形や植生、風化程度等と比べて、解析メッシュ内における大域的な基盤地質は大きく変わらないと考えられる。このため、地質以外の要因による周辺環境の差は2地点の距離によって標準化できると仮定し、2地点の土層厚差を、2地点の距離による上限に対して正規化して地質別に比較した (図-6 (c))。この結果、粗粒なほど2地点の土層厚差が大きくなりやすい傾向がみられた。この要因の一つとして、斜面の安定度の違いが考えられる。基盤地質の粒度が粗粒なほど、形成される表層土層を構成する粒度も大きくなると考えられ、内部摩擦角が大きく、常時の風雨による土砂移動が発生しにくくなると考えられる。一方で、多量の降雨等では、粒度に因らず表面侵食が発生すると考えられる。このため、侵食された箇所とされなかった箇所で、表層土層厚の差が大きくな

った可能性がある。また田村ら (2010) で示されている、土層厚は同じ地質の同一山系では地区によらず確率的に評価できる可能性が高いことは、地質により表層土層厚の差がある程度規定されたためとも考えられる。

5. 結論

10 m メッシュ範囲の2地点の土層厚差と局所的な地形量の差および標準偏差には相関が見られなかった。一方、2地点の土層厚差は、地質別に傾向がみられた。今後は、他の要素 (例えば植生や降雨履歴、崩壊履歴等) と2地点の土層厚差を分析することで、表層土層厚を精度よく推定できる可能性があると考えられる。

6. 謝辞

研究を進めるにあたり、データを提供頂いた中国地方整備局広島西部山系砂防事務所の皆様方に深く感謝申し上げます。

(参考文献)

- 1) 田村圭司ほか (2009) : 表層崩壊に起因する土石流の発生危険度評価マニュアル (案), 土木研究所資料第 4129 号
- 2) 逢坂興宏ほか (1987) : 自然斜面の土層の厚さについて, 緑化工技術第 12 巻
- 3) 高橋裕平 (1991) : 広島地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所
- 4) 高木哲一ほか (1999) : 海田市地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所
- 5) 日浦啓全ほか (1978) : 山地における土砂生産に関する研究 (1), 京都府立大学農学部演習林報告, No. 22
- 6) 田村圭司ほか (2010) : 高精度空間情報を用いた表層崩壊発生危険度評価手法に関する研究, 土木研究所報告第 214 号
- 7) 西田顕郎ほか (1997) : 数値地形モデルに基づく地震時山腹崩壊斜面の地形解析, 砂防学会誌 Vol. 49
- 8) 船山淳ほか (2022) : 熊野酸性岩の岩石学的特性とコアストーンの形成に関する考察, 令和 4 年度砂防学会研究発表会概要集, R3-3

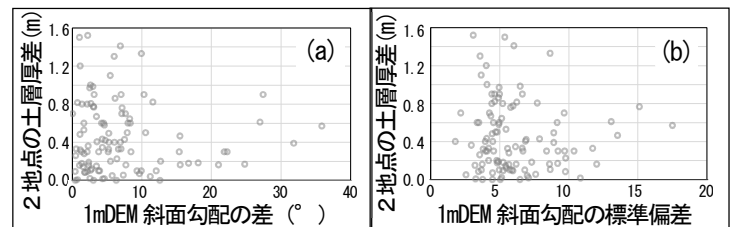


図-4 2地点の土層厚差と斜面勾配の関係

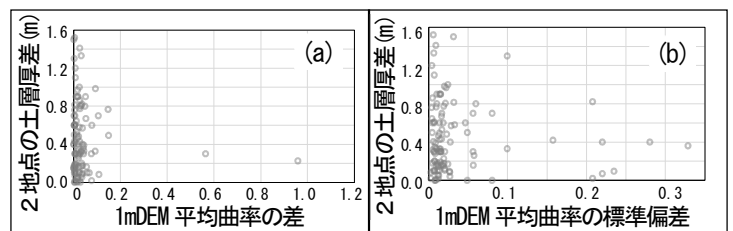


図-5 2地点の土層厚差と斜面勾配の関係

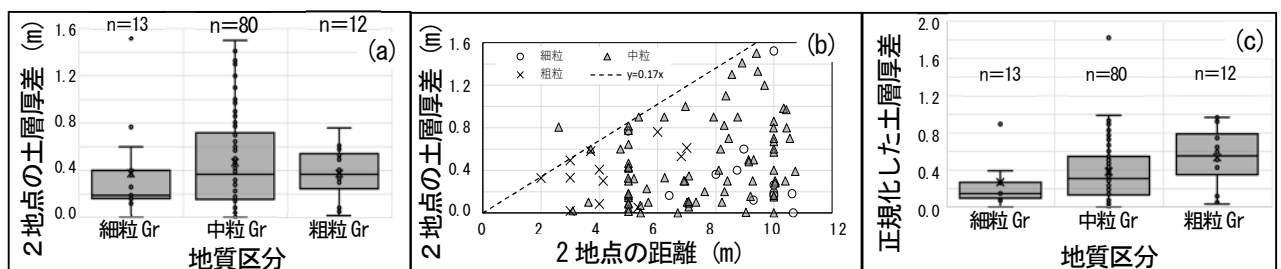


図-6 2地点の土層厚差と地質の関係