

球状風化を呈した地質帯における、電気探査を用いた土層厚の推定

国立研究開発法人 土木研究所 ○野池耕平・木下篤彦・水野秀明
 国土交通省 近畿地方整備局 紀伊山地砂防事務所 今森直紀・奥山悠木*1
 和歌山県 西岡恒志
 国際航業(株) 島田 徹・小野山裕治・江本聡志
 *1 現：林野庁

1 はじめに

土層厚とは、「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)」¹⁾では「表層崩壊が発生しやすい土層の層厚」を指すとされており、表層崩壊の危険度を評価する上で重要な要素として考えられている。土層厚を推定するためには、表層崩壊の実態に基づいて予測を行うことが重要である。

土層厚は、SH型簡易貫入試験や土検棒貫入試験などから貫入荷重を把握することにより推定する手法が一般的である。しかし、土層が硬質な巨礫や、風化によって形成されたコアストーンなどを含む場合には、土層厚の推定は難しい。また、土層直下に強風化帯や多亀裂帯など岩盤のゆるみ分布する場合、これも同時に崩壊する可能性も考えられ、一定の貫入荷重が期待できる深度が崩壊深に相当するとは限らない。一方で、弾性波探査と電気探査によって土層厚の推定を試みた事例もある²⁾が、地質や土質の情報と対比されおらず、更に分析を進める必要がある。

そこで本研究では、乾湿(地下水分布)や風化、変質状況を把握する際によく利用される電気探査を実施し、これに地質的な情報を加えることによって、比抵抗分布から土層厚の推定を高精度化することを目的とした。

2 調査方法

本調査は、2011年9月に表層崩壊が多く発生した和歌山県那智川流域内の花崗斑岩分布域で実施した。調査位置を図-1に示す。本流域の花崗斑岩は、球状風化によって形成されたコアストーンがマサ土中に分布することが特徴的である。また、地形の開析状況に応じて土層構造や表層崩壊の発生形態が異なる²⁾。そこで本研究では、土層厚を検討するために崩壊跡地やそれぞれの地形開析状況を網羅した位置に測線を設定し、そこで得られた地形・地質情報と比抵抗分布の対比を行った。また、表層における雨水の浸透状況を評価するため、降雨時に表層部が湿潤状態になっている時期にも電気探査を実施し、平常時との変化率を算出した。測線が交差する地点や崩壊地周辺では簡易貫入試験を実施し、その貫入深度の分布との比較も行った。

電気探査では表層部の比抵抗分布状況をより詳細に解析する必要があるため、電極間隔を1mとした。調査時期と当時の降雨状況を図-2に示す。

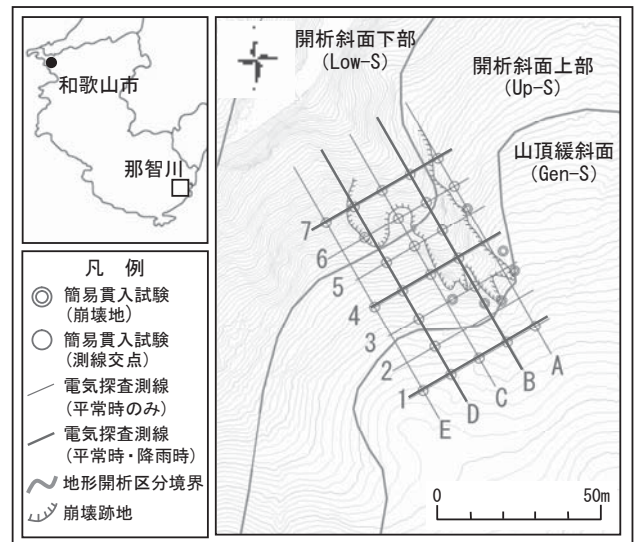


図-1 調査位置図

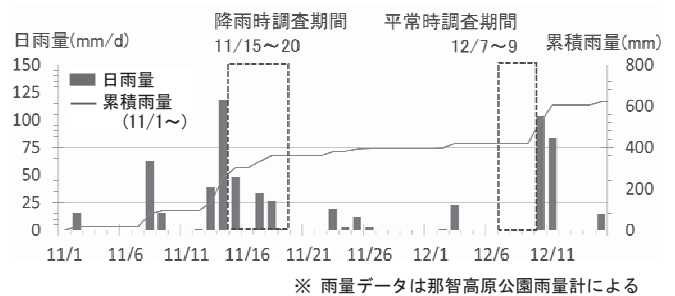


図-2 電気探査実施期間と降雨状況 (2015/11/1~12/15)

3 調査結果

3.1 平常時電気探査結果

断面 B・D の比抵抗分布図を図-3に示す。表層より1m程度下部には2500~4000Ω・m程度の比抵抗帯が分布する。開析斜面下部ではこの比抵抗帯は薄い、もしくは分布しない傾向が見られ、現地では露頭が広く分布し、土層が薄い状況が確認された。

山頂緩斜面から開析斜面上部にかけて、この比抵抗帯直下に高比抵抗部がレンズ状に分布する傾向が見られた。崩壊跡地周辺の地質状況を観察した結果、この高比抵抗部にはコアストーンや巨礫を含む風化残積土や崩積土が分布していることがわかった。地表から高比抵抗部の下端までの厚さは、尾根周辺では3~5m程度である。

その深部には低比抵抗帯が分布し、これは弱風化~未風化岩盤を指すものと考えられる。

3.2 比抵抗変化率

平常時と降雨時の比抵抗分布状況から、比抵抗変化率を(1)式により算出した。

$$\text{比抵抗変化率}[\%] = \frac{(\text{降雨時の比抵抗値})}{(\text{平常時の比抵抗値})} \times 100 - 100 \quad (1)$$

降雨時と通常時の比抵抗値に変化が見られた場合、その要因は地下水にあると想定される。このため、変化率がマイナスになった表層部は雨水が浸透した範囲と判断できる。ここでは、崩壊跡地の崩壊深と概ね一致する比抵抗変化率-10%以下の範囲を雨水浸透部、下部との境界を雨水浸透境界と呼ぶこととする。雨水浸透境界および簡易貫入試験による貫入深度の分布を図-3に示す。この雨水浸透部は、高比抵抗部の分布深度と概ね一致し、土層厚に相当するものと考えられる。簡易貫入試験貫入深度とも概ね調和的であるが、コアストーンなどにより貫入不能となったと想定される範囲では、これより深く分布する傾向も見られた。

3.3 雨水の浸透状況と崩壊跡地分布

表層崩壊が発生していない斜面では、雨水浸透境界、簡易貫入試験貫入深度共に概ね地形を反映した分布を示す。これは、雨水が表流水となって土層中を滞りなく流動できる土質構造であると考えられる。

一方、崩壊跡地周辺では、雨水浸透境界が下に凸型の形状を示す傾向があり、表流水の流動を阻害する構造が想定される。今後は、この構造と表層崩壊との因果関係を整理するため、浸透流解析により地下水の流動状況を把握する必要があると考える。

4 まとめ

本研究では、電気探査による土層厚の想定手法について検討を行った。ここで得られた結果は以下のとおりである。

- ・ 球状風化を呈した地質帯では、高精度な電気探査を実施することにより、土層厚に相当する層を抽出できる可能性が示唆された。
- ・ 崩壊跡地が分布する斜面では、雨水浸透境界が下に凸の形状を示す傾向が確認された。

参考文献

- 1) 土木研究所土砂管理研究グループ火山・土石流チーム：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，2009。
- 2) 山川ら：電気探査と弾性波探査による土層厚推定精度の比較，平成22年度砂防学会研究発表会概要集，544-545，2010。
- 3) 野池ら：地形開析に着目した球状風化を呈する花崗斑岩分布域における表層崩壊の発生特性，平成27年度砂防学会研究発表会概要集，B-454-455，2015。

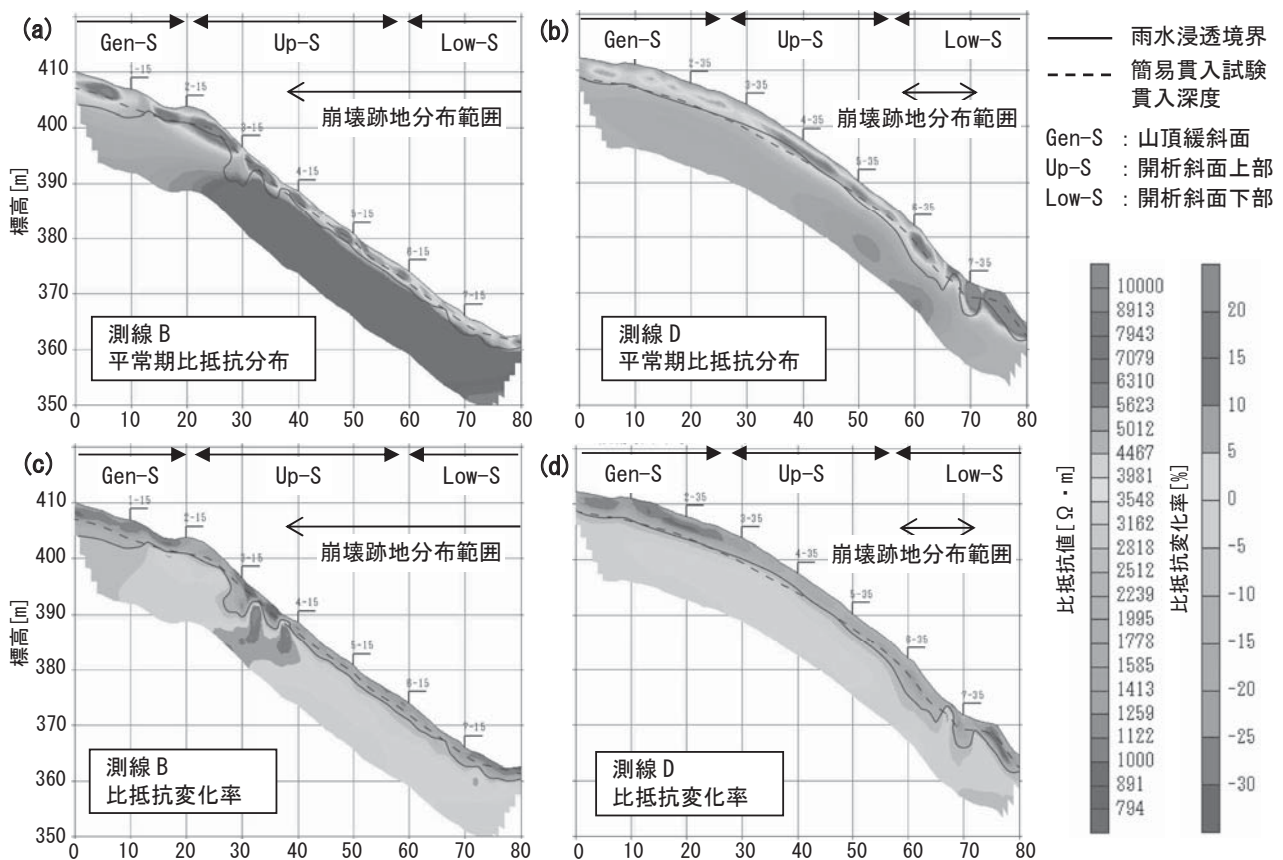


図-3 平常時における比抵抗分布および比抵抗変化率（測線B・D）

- (a) 測線Bにおける平常時の比抵抗分布 (b) 測線Dにおける平常時の比抵抗分布
 (c) 測線Bにおける比抵抗変化率 (d) 測線Dにおける比抵抗変化率