

散水試験による浸透過程の電気探査を用いた推定と室内試験による比抵抗の検証

北海道大学 広域複合災害研究センター ○田中健貴

国土交通省近畿地方整備局紀伊山系砂防事務所 小竹利明*1・山田拓*2

国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター 木下篤彦・柴田俊*3

パシフィックコンサルタンツ株式会社 松澤真・伊藤達哉

*1: 現国土交通省砂防部砂防計画課, *2: 現国立研究開発法人土木研究所, *3: 現長野県姫川砂防事務所

1. はじめに

2011年台風12号では、長期降雨さらにそれに続く短期集中降雨によって表層崩壊が多発し、大きな被害が生じた。表層崩壊による被害を防ぐためには、斜面の土壌水分状態を把握し、表層崩壊が発生するおそれを評価する必要がある。これまで土壌水分状態の把握に電気探査の活用が検討されてきたが、電気探査で得られる比抵抗は土壌水分状態だけでなく、土壌の性質も反映しており、解釈が難しい。そこで、本稿では得られた比抵抗解釈のため、含水率と比抵抗の関係を室内試験で調べた上で現地散水試験を実施し、電気探査から浸透過程を推定した。

2. 調査方法

現地散水試験は、和歌山県東牟婁郡那智勝浦町で実施した(図1)。地質は熊野酸性岩類の花崗斑岩から構成される。散水試験は、コアストーンが多い斜面(T-1)と均質なまさ土が優占する斜面(T-2)で実施した。散水実験概要を以下に示す。散水用塩ビパイプ(4m)は、斜面に対し横断方向に配置した。浸透過程把握のため、横断方向に2測線(L-1, L-2)、縦断方向に1測線(L-3)で電気探査(二極法)を実施し、比抵抗差分を解析した。また、3測線ともに土層強度検査棒による土層厚調査も実施した。散水は先に長期降雨を与えた後、短期降雨を与えた。長期降雨は30mm/hから2時間ごとに強度を10mm/h上げ、最大60mm/hを想定した流量を合計8時間、短期降雨については100mm/hを想定した流量を4時間散水した。短期降雨では、浸透経路把握ため塩ビパイプ中央部を遮水し、遮水流量と同量の濃度1%硫酸アンモニウム溶液を投入した。散水試験で得られた比抵抗変化を検証するために、室内試験を実施した。T-1, T-2斜面の2深度で採取した試料(T-1-1, T-1-2, T-2-1, T-2-2)を両端に電極(銅板)が設置された容器(約1000cm³)に入れ、室内比抵抗試験を実施した。各試料に現地沢水、硫酸アンモニウム1%水溶液を霧吹きで給水し、含水率と比抵抗変化率を計測した。

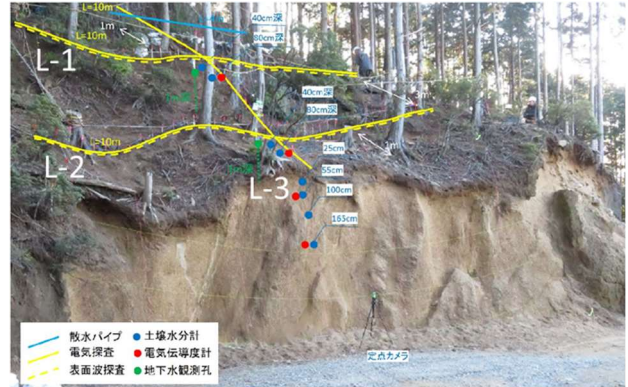


図1 散水斜面(まさ土, T-2)の状況

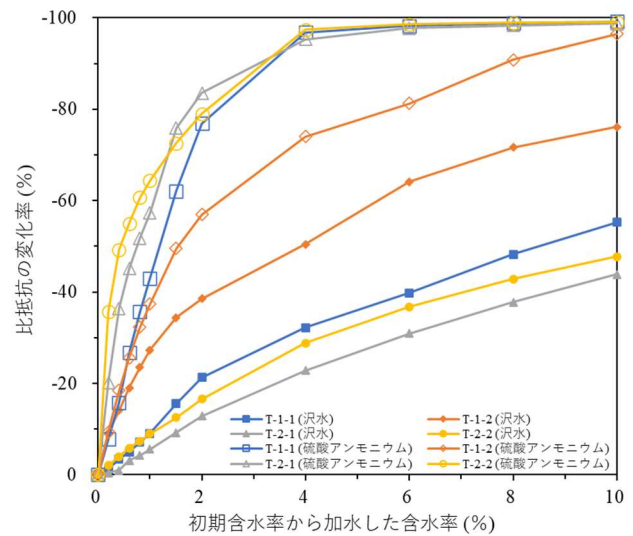


図2 含水率と比抵抗変化率の関係

3. 結果と考察

3.1 室内試験

各試料とも含水率増加で、比抵抗変化率が増大した(図2)。また、沢水を加水した試料では、0.2~1.6%程度の含水率変化で比抵抗変化率が-10%であった。硫酸アンモニウム1%水溶液を加水した場合、沢水に比較し比抵抗変化率が大きく、含水率の変化は0.2%程度で比抵抗変化率が-10%程度であった。沢水と同じ含水率の変化率を1.6%程度とすると、比抵抗変化率は-50~-75%程度であった。

3. 2 電気探査による浸透過程

想定浸透範囲と地層境界を図3に示す。想定浸透範囲は、室内試験より長期降雨は-10%、短期降雨は-50%以上の比抵抗変化範囲を抽出した。地層境界は、①表土(地表から1m以内の比抵抗 $6,000 \Omega \cdot m$ 未満)、②強風化岩 ($V_s=300\text{ms}$ /未満 or 比抵抗 $12,000 \Omega \cdot m$ 以上)、③中風化岩 (①, ②を除く $V_s=300\text{m/s}$ 未満)、④弱風化岩(①, ②を除く $V_s=300\text{m/s}$ 以上)に分類した。また、土層強度検査棒による貫入限界深度を土層と基岩の境界と想定した。T-1、

T-2とも、選択的な浸透を示唆する比抵抗変化が見られ、短期降雨でもT-2斜面ではさらに浸透が進行した。2011年台風12号での崩壊発生は長期降雨後の短期降雨で発生した。長期降雨で上昇した地下水水位が短期降雨でさらに上昇し、斜面が不安定化した可能性を示唆する。

4. まとめ

室内試験で得られた含水率と比抵抗低下の関係に基づき、現地散水試験から選択的な浸透を示す結果が得られた。

今後、比抵抗から含水率や崩壊危険度の推定を試みたい。

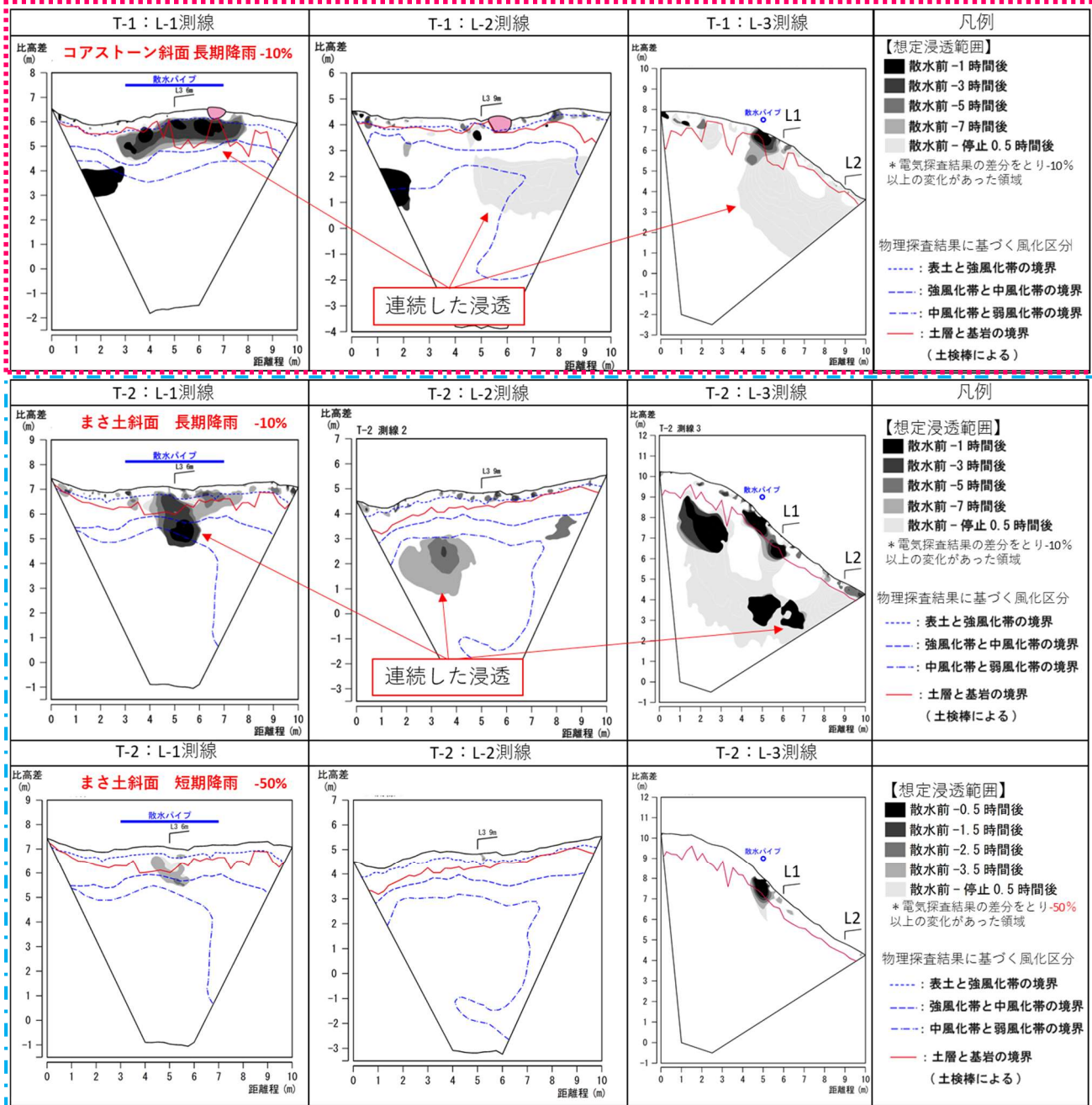


図3 散水試験による比抵抗変化率 (■ コアストーン斜面(T-1) □ まさ土斜面(T-2))