

物理探査技術を活用した 深層崩壊の危険性が特に 高い斜面の抽出技術の開発

(研究期間：平成30年度～)

土砂災害研究部 砂防研究室 (主任研究官 (博士(農学))) 木下 篤彦 (室長 (博士(農学))) 山越 隆雄
土砂災害研究室 (室長 (博士(農学))) 中谷 洋明



(キーワード) 深層崩壊、ヘリコプター、ドローン、空中電磁探査、電気探査

1. はじめに

2011年台風第12号で深層崩壊が発生した和歌山県田辺市の熊野地区の斜面において、昨年度ドローン(UAV)による空中電磁探査等から、崩壊メカニズムに支配的な地盤内部状況を調査した。この結果、断層を通して周辺から地下水が斜面に集まっていた可能性や断層による斜面内での地下水の堰き止めが崩壊原因の一つになった可能性があることが分かった。今年度は、昨年度までの成果を基に、空中電磁探査や、電気探査等の物理探査技術を活用して、広いエリアで多数存在する岩盤クリープ斜面の中から特に崩壊危険性が高い斜面の抽出手法について検討した。

2. 広いエリアから深層崩壊の危険性の高い斜面を抽出する方法

国土交通省では、2011年の災害直後から奈良県南部や和歌山県で定期的にレーザプロファイラによって詳細な斜面地形データを取得している。また、2012年～2014年にかけて、ヘリコプターによる空中電磁探査を実施している。レーザプロファイラを実施し、かつ空中電磁探査を実施した奈良県内の約280km²の範囲において、以下の調査を行った。

- ①レーザプロファイラによる地形図と航空写真を基に、上部尾根線付近に線状凹地や二重山稜などの変形が見られる斜面を抽出した。
- ②変形が生じている斜面の中心付近に測線を設定し、その測線に沿ったヘリコプターによる空中電磁探査の結果を基にした比抵抗断面図を作成した。
- ③①・②の結果を基に、変形が生じている斜面をリスクレベル1～3に分類した。レベル1は、ひずみ率が

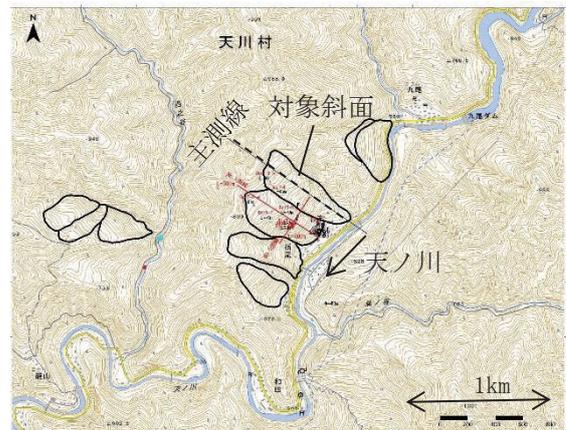


図-1 栴尾地区(奈良県)の位置図



写真 栴尾地区の対象斜面の様子

5%以上とした。なお、ひずみ率とは滑落崖の長さを斜面長で除した割合(図-2)であり、Chigira et al. (2013)によると、2011年台風第12号による主な深層崩壊は、ひずみ率が5～21%であった。レベル2は、レベル1の条件を満たし、かつ、すべり面と考えられる等比抵抗線の集中帯が斜面方向に存在していることを条件とした(図-2)。すべり面付近では、粘土分が多くなるため、比抵抗値が変化しやすくなり、等比抵抗線の集中帯ができると考えられる。レベル3は、レベル2の条件を満たし、かつ、斜面を横断する断層

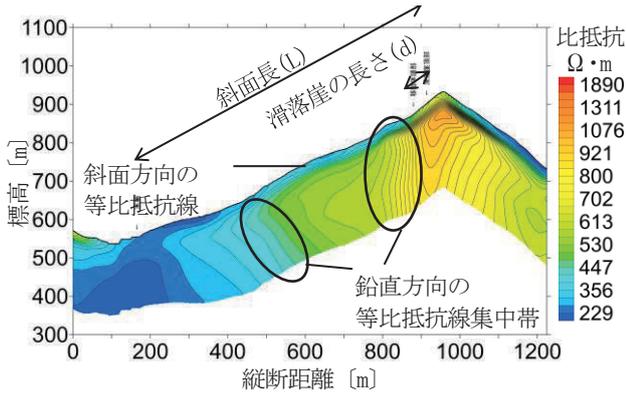


図-2 栃尾地区主測線のヘリコプター空中電磁探査の比抵抗断面(測定：2013年11月)

破碎帯と考えられる等比抵抗線集中帯が鉛直方向に存在することを条件とした(図-2)。

3. 抽出した結果の現地での検証

2章で提案したリスク評価手法の妥当性を検証する目的で、レベル3となった斜面で地質や地盤の比抵抗等の詳細な調査を行った。

過去にレーザープロファイラ・航空写真を取得し、ヘリコプターによる空中電磁探査を実施した約280km²の範囲において、岩盤クリープ斜面(1ha以上)を判読した結果、198斜面抽出された。そのうち、ひずみ率5%以上を満たす斜面(レベル1以上)は107斜面であった。レベル1を満たす斜面のうち、斜面方向にすべり面によると考えられる等比抵抗線集中帯が存在する斜面(レベル2以上)は27斜面であった。さらにこれらのうち、鉛直方向に断層と考えられる等比抵抗線集中帯が存在する斜面は13斜面であった。

13斜面のうち、地上からのアクセスを考慮し、奈良県吉野郡天川村の栃尾地区(図-1・写真)で調査を実施した。対象斜面の大きさは約14.7haで、ひずみ率は約5.5%である。図-2に主測線でのヘリコプター空中電磁探査の比抵抗縦断面を示す。重力変形が見られ、かつすべり面と見られる斜面方向の等比抵抗線集中帯が存在し、斜面を横断する断層とみられる鉛直方向の等比抵抗線集中帯が2箇所見られた。

図-3に2021年12月期(12月15・17日測定、3か月間先行累積雨量324mm)の栃尾地区の主測線での電気探査の結果を示す。図-2中の鉛直方向の等比抵抗線集

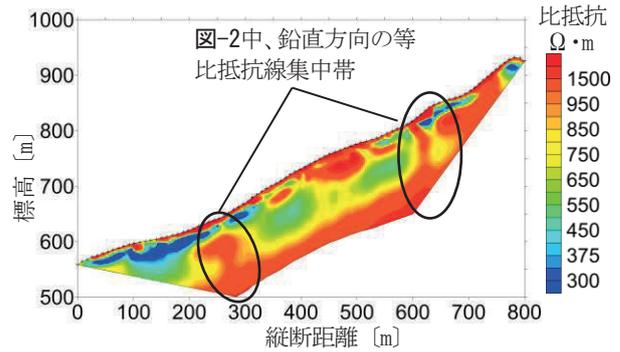


図-3 栃尾地区主測線の地上電気探査の比抵抗断面図(測定：2021年12月)

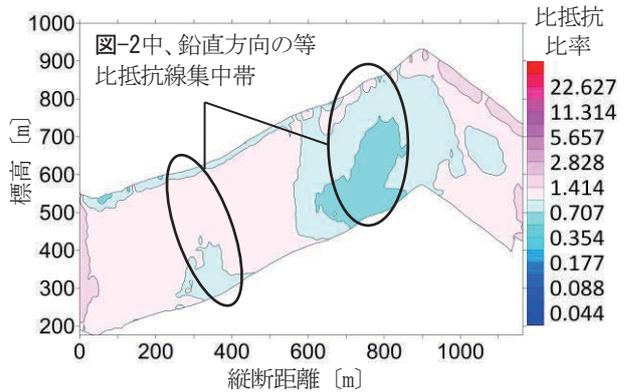


図-4 栃尾地区主測線のドローン空中電磁探査の2021年10月期と12月期の比抵抗変化断面図

中帯の範囲はいずれも高比抵抗帯であることが分かった。これらは、空隙が多いエリアと考えられる。

断層による地下水への影響を確認する目的で、栃尾地区の主測線においてドローン空中電磁探査を2021年の10月期(10月22日測定、3か月間先行累積雨量522mm)と12月期(12月9日測定、3か月間先行累積雨量345mm)の2時期で実施した。2時期の比抵抗変化を10月期比抵抗/12月期比抵抗として図-4に示す。丸印で示された範囲のうち斜面上部の方は、10月期に低比抵抗化しており、地下水が流入、もしくは溜まったと考えられる。斜面下部の方は、上部ほど低比抵抗化しておらず、上部ほどは地下水が流入せず、継続的にも溜まる傾向にはないエリアと考えられる。

以上のように、物理探査により、断層が地下水の挙動に及ぼす影響を可視化できることが分かった。

詳細情報はこちら

1) 木下ら(2022)：ヘリコプター及びドローン空中電磁探査を活用した深層崩壊リスク評価技術の開発、2022年度日本地すべり学会研究発表会概要集