

奈良県赤谷西地区の重力変形斜面における監視手法の検討

応用地質株式会社

○林幸一郎・葛巻怜香・窪田安打・小松慎二

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

北本楽・小杉恵・竹下航

1. はじめに

深層崩壊による被害を軽減するためには、崩壊が発生する場所と規模を予測し、事前対策を検討する必要がある。これまでの研究により、崩壊前の斜面には重力変形が生じている場合があること¹⁾、崩壊斜面は深層の地下水が集中する地下構造があること²⁾などが明らかになっており、実効雨量から基盤岩の地下水位変動を算定する方法³⁾、など、観測によって警戒、避難体制を構築する方法が検討されている。

深層崩壊が発生する危険性のある斜面を監視するためには、どのような指標を用いて、どのような閾値で警戒を行うか、また機器による観測はどこで行うかを検討する必要がある。そこで、実際に変位が観測されている重力変形斜面(図-1)において、地下水位変動に対してどのように地中変位が進むのか関係性を明らかにするため、地中観測を実施し、変位速度と地下水位、ならびに降雨量との相関性を分析した。

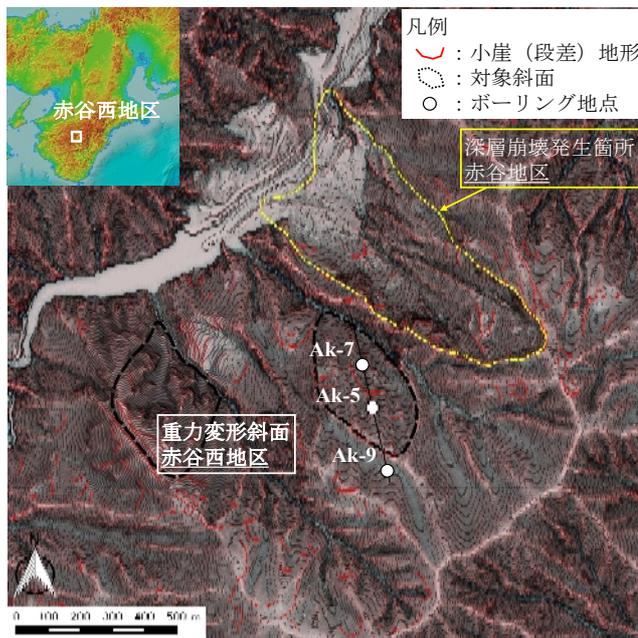


図-1 調査対象位置図

程度の地中変位が確認されている。

2. 調査方法

2.1 調査対象

2011年に発生した深層崩壊箇所(赤谷地区)の西側に抽出されている重力変形斜面(赤谷西地区)を対象とした(図-1)。赤谷西地区では、斜面上方の尾根に重力変形により生じたと考えられる幅約10mの線状凹地が存在する。ボーリング調査によって、Ak-5地点では、変形領域である深度67.75mまで特徴的な破碎と開口亀裂が分布していることが明らかになっており、2017年9月から約5年半の観測において、1.0mm/年

2.2 地中変位および孔内水位観測

地中変位は、それぞれの地点に埋設したガイド管の変形を挿入式孔内傾斜計(応用地質株式会社製デジタルQテイルト)で測定し、Ak-5孔では2017年9月、Ak-7孔では2018年12月を初期値として深度0.5m区間ごとの変位を1ヶ月間隔で観測した。

孔内水位は、上部に遮水構造を設けた区間水位の観測孔で、水圧式水位センサ(株オサシ・テクノス製DS-1)により1時間間隔で観測した。地点ごとの観測深度は、Ak-5:64~74m, Ak-7:46~47m, 56~70m,

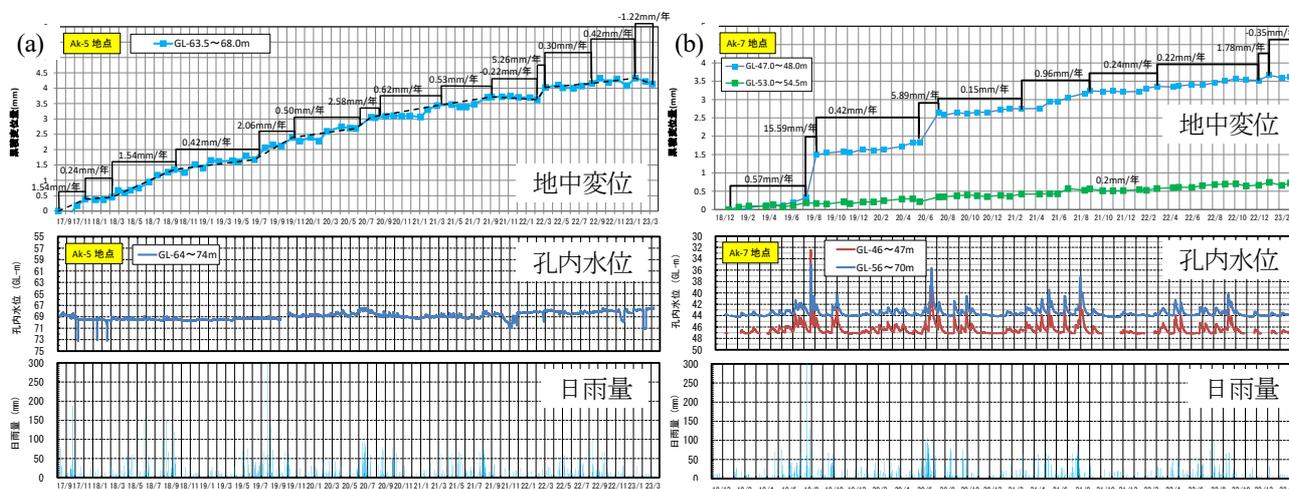


図-2 重力変形斜面における地中変位、孔内水位の経時変化 (a) Ak-5 地点, (b) Ak-7 地点

である。なお、観測期間中の最大累積雨量は、2019年8月13～16日の361.5mm（赤谷地区）であった。

3. 調査結果

3.1 地中変位ならびに孔内水位の経時変化の特徴

重力斜面上部の Ak-5 地点では、深度 63.5～68m の区間で変位が確認された。変位区間の深度で観測される孔内水位は、降雨に伴う水位上昇が最大 1m 程度であり、区間変位もほぼ定速度であった（図-2(a)）。重力変形斜面下部の Ak-7 地点では、2 深度で変位が確認された。上位の深度 47～48m の区間では、約 50mm の降雨に伴い水位上昇が確認され、5m 程度の水位上昇があった月に区間変位の加速が確認された（図-2(b)）。下位の深度 53～54.5m の区間では、上位の水位より高い水頭が観測されており、降雨に伴う水位上昇が確認されるが、区間変位はほぼ定速度であった（図-2(b)）。

赤谷西地区においては、斜面の上部と下部で降雨に対する地下水位の変動傾向が異なり、さらに場所や深度によって、水位上昇と変位速度に関係性がある区間と、そうでない区間があることが明らかになった。

3.2 地中変位と孔内水位の相関性

水位上昇と地中変位の関係性を詳細に確認するため、横軸に1ヶ月当たりの変位速度、縦軸にその間の最大孔内水位を取った散布図を作成した。それによると、Ak-7 地点の深度 47～48 地点では、孔内水位が深度 42.5m を超えると最大水位の上昇に伴い変位速度が大きくなる傾向が確認された（図-3(b)）。

それに対し、Ak-5 地点ではほぼ一定の最大水位に対して変位速度が 0～0.4mm/月と水位によらず変動し（図-3(a)）、Ak-7 地点の深度 53～54.5m 区間では最大水位が深度 35～44m と変化するにも関わらず変位速度は 0～0.2mm/月とほぼ一定であった（図-3(c)）。

4. 考察

赤谷西地区において、孔内水位観測による監視体制を検討する場合には、水位と変位速度に関係性が認められる Ak-7 地点の深度 47～48m での観測が妥当であると考えられる。このように、重力変形斜面の内部には、孔内水位を指標とできる箇所とそうでない箇所がある可能性があることに留意する必要がある。

また閾値としては、変位が加速し始める深度 42.5m を定常状態から逸脱したタイミングとして設定することが考えられる。ただし、深層崩壊が発生する 1,000mm を超えるような降雨に対してどのような挙動を示すかが明らかでないため、避難のリードタイムを考慮した

閾値の設定や警戒解除のタイミングは、別途検討する必要がある。

降雨に伴う深層崩壊の監視体制を構築する上では、個別斜面に対しては、不均一な水文地質構造や、地盤の変形メカニズムを考慮した検討を行う必要がある。一方、流域監視として広域的に常時監視を行うためには、降雨指標など面的な方法を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 千木良雅弘：深層崩壊の場所の予測と今後の研究展開について、応用地質、Vol.56, No.5, p.200-209, 2015
- 2) 地頭菌隆・下川悦郎・寺本行芳：深層崩壊発生場予測法の提案－鹿児島県出水市矢筈岳山体を例にして－、砂防学会誌、Vol.59, No.2, p.5-12, 2006
- 3) 小杉賢一朗・藤本将光・山川陽祐・正岡直也・糸数哲・水山高久・木下篤彦：山体基岩内部の地下水位変動を解析するための実行雨量に基づく関数モデル、砂防学会誌、Vol.66, No.4, p.21-32, 2013

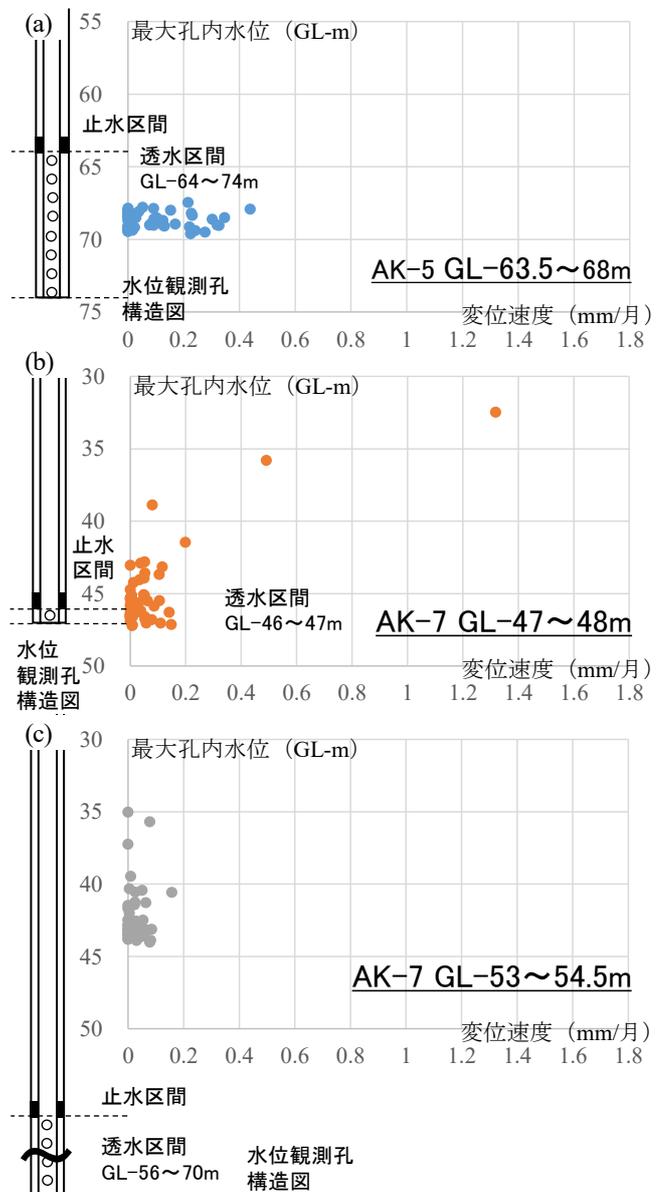


図-3 月ごとの地中変位速度と最大孔内水位 (a) Ak-5 GL-63.5～68m, (b) Ak-7 GL-47～48m, (c) Ak-7 GL-53～54.5m