

奈良県赤谷西地区における地中変位に影響を与える降雨指標の分析

応用地質株式会社

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

○林幸一郎・葛巻怜香・山田友

小林正直・岸本優輝・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、崩壊の発生に対する警戒を行い、河道閉塞や大規模土石流への対策を迅速に行う必要がある。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⁾、深層崩壊発生には48時間雨量など長期降雨指標の関係性が高い可能性があること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、降雨指標を用いた警戒、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、どのような降雨に伴い地中変位が進むのかを明らかにするため、地中観測を実施し、変位速度ならびに地下水位変動と相関性の高い降雨指標を分析した。

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6年半の観測において、1.0mm/年程度の地中変位が確認されている。

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㈱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(㈱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,

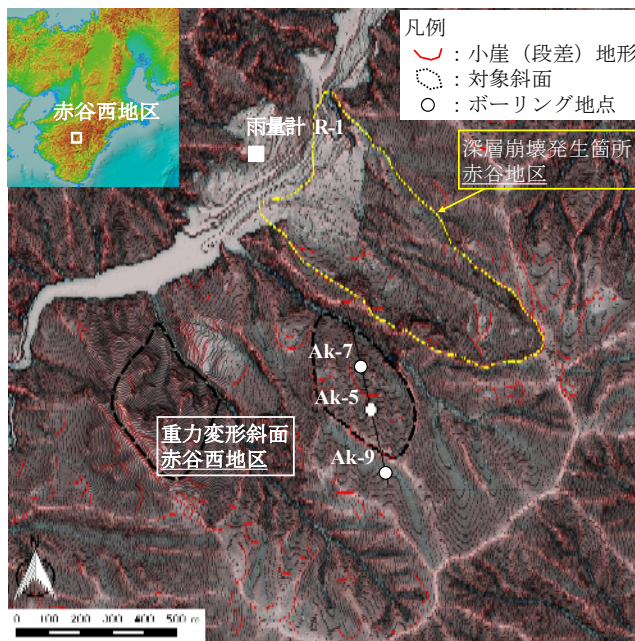


図-1 調査対象位置図

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。

2.3 相関性の分析

地中変位は観測回ごとの累積値として測定されるため、相関性の分析にはそれぞれ、① 観測回ごとの期間変位速度(mm/月)、② 期間中の最高水位(GL-m)、③ 期間中の最大雨量(mm)を用いることとした。

また、分析対象とする降雨指標は、時間雨量(3, 6, 12, 24, 48, 72時間)、連続雨量(24時間無降雨リセット)、期間中の総雨量、とした。

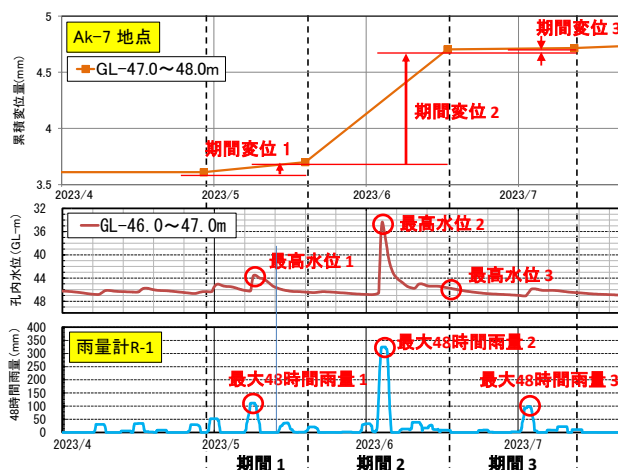


図-2 相関性の分析方法の概念図(48時間雨量の例)

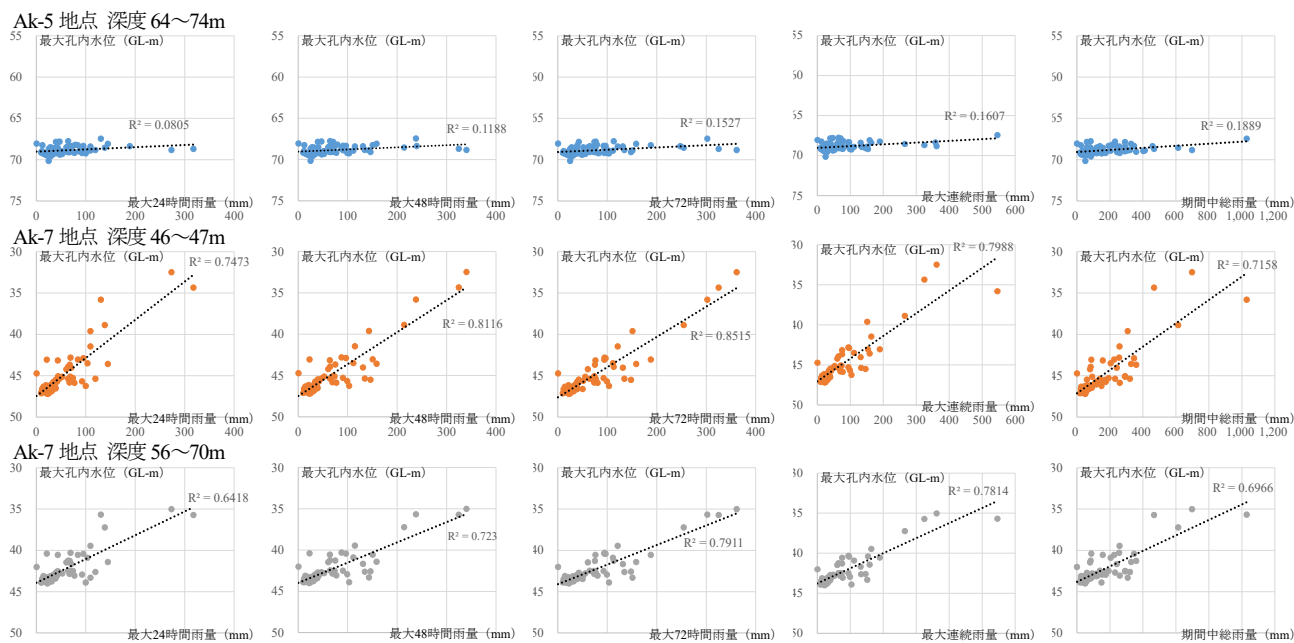


図-3 期間中の最大雨量（24時間、48時間、72時間、連続雨量）、期間中総雨量と最高水位との相関

3. 調査結果

3.1 孔内水位と相関性の高い降雨指標の検討

各降雨指標の期間中の最大雨量と、期間中の最高水位との相関性を分析した結果、Ak-7 地点の深度 46～47 m、では深度 56～70 m では、48 時間雨量、72 時間雨量、連続雨量で強い正の相関が認められた（ $R^2 > 0.8$ 程度）。一方で、Ak-5 地点では降雨に対する地下水位上昇が明瞭でなく、最大雨量と最高水位の相関もほとんど認められなかった。（図-3）

3.2 地中変位と相関性の高い降雨指標の検討

Ak-7 地点の深度 47～48 m 区間では、期間変位速度と、最大 48 時間雨量が 200 mm を超えた範囲、最大 72 時間雨量が 250 mm を超えた範囲で相関が認められた。一方で最大連続雨量では相関から外れる点があった。また、Ak-7 地点の深度 63.5～68 m 区間では、降雨指標との相関は認められなかった。（図-4）

Ak-7 地点の深度 47～48 m 区間では、孔内水位が一定の深度を超える付近から地中変位の増加が認められており、この特徴がそれぞれ降雨指標との相関性としても表れているものとみられる。（図-5）

4. 考察

赤谷西地区において、孔内水位、ならびに地中変位と相関性の高い降雨指標は、48 時間雨量、72 時間雨量であった。さらに、それぞれ 200 mm、250 mm を超える辺りから地中変位の加速傾向が認められており、斜面の不安定化が進む閾値として検討できる可能性がある。一方、観測期間中の最大となる 350 mm 程度の降雨でも累積変位は 1.4 mm / 月弱で、顕著な地表変状

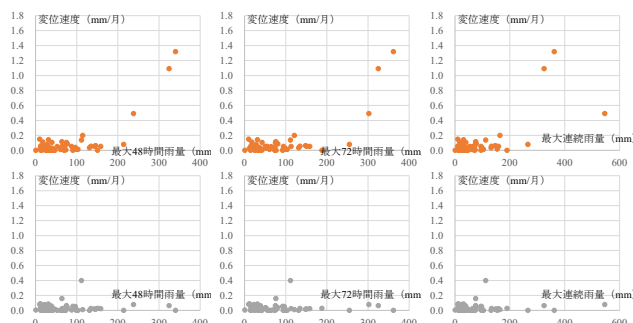


図-4 期間中の最大雨量と期間変位速度との相関

上：Ak-7 地点 深度 46～47m

下：Ak-7 地点 深度 56～70m

図-5 期間中の最高水位と期間変位速度の相関 Ak-7

も認められていないことから、これまでの観測では避難のタイミングとなるような雨量は確認されていない。

本手法では、降雨と地下水位の時間変化、地中変位の時間変化、斜面内の地点や深度による相関性の違いなど、斜面の変形メカニズムを詳細に分析しているものではないため、より詳細な分析には実効雨量解析や安定解析を実施することが望まれる。また個別斜面で確認された相関性が、広域的な指標としてどのように適用できるか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) 木下篤彦・北川眞一・内田太郎・海原荘一・竹本大昭・只熊典子：深層崩壊が集散的に発生する降雨条件—平成 23 年台風 12 号の降雨分析—、砂防学会誌、Vol.66, No.3, p.24-31, 2013
- 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