

深層崩壊発生斜面における地下水位形成メカニズム検討へのCIMの活用

国土交通省国土技術政策総合研究所（近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター）
 国土交通省国土技術政策総合研究所
 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
 応用地質株式会社
 株式会社エイト日本技術開発

○竹下航
 山越隆雄
 北本楽 小杉恵
 林幸一郎 小林夏子
 中野英樹 藤原康正

1. はじめに

2011年9月の台風第12号では、紀伊半島の広い範囲で総降水量が1,000mmを超え、深層崩壊が72箇所が発生し、さらには17箇所で河道閉塞(天然ダム)が発生し、大きな被害が出た。地質や水文からの発生メカニズムの検討においては、近年では、深層崩壊の原因の一つとして、断層破碎帯の性状やその分布と地下水の挙動に着目する研究が行われている¹⁾。本研究では、2011年に深層崩壊が発生した和歌山県田辺市熊野地区の斜面に隣接した斜面において実施している地下水位観測をもとに、隣接斜面が深層崩壊斜面と同様の水理地質構造を有するものと仮定して、豪雨時の地下水位の面的な形成過程についてCIMを活用して検討した内容について報告する。



図-1 熊野地区被災状況

2. 調査地の概要

熊野地区は、日置川水系の熊野川上流域にあり、堆積岩類が広く分布している。日置川水系では、2011年台風第12号では、熊野地区でのみ深層崩壊が発生している(図-1)。崩壊斜面の上部に百間谷川が流れ、百間谷川と熊野川は崩壊斜面の約1km下流で合流する。本地区では、崩壊斜面に隣接する斜面を中心に13箇所地下水位観測を通年実施している。

3. 熊野地区における地下水位変動の特徴

観測を開始した2018年1月以降の地下水位データをもとに、断層と各観測孔の位置と水位変動の特徴について検討した。水位変動の特徴は大きく3つ(①定高性のある水位が顕著、②水位低下速度が遅い、③水位上昇・低下が早い)に区分でき、斜面上部では「①定高性の水位が顕著な水位変動パターン」の水位変動であるのに対し、斜面中腹～下部では「③水位上昇・低下ともに早い水位変動パターン」がみられた(図-2)。この水位変動の特徴を平面図にプロットすると、斜面上部の断層に挟まれた領域で「①定高性の水位が顕著な水位変動パターン」の観測孔が集中するなど、断層の存在が水位変動の特徴に影響を及ぼすことが示唆された。

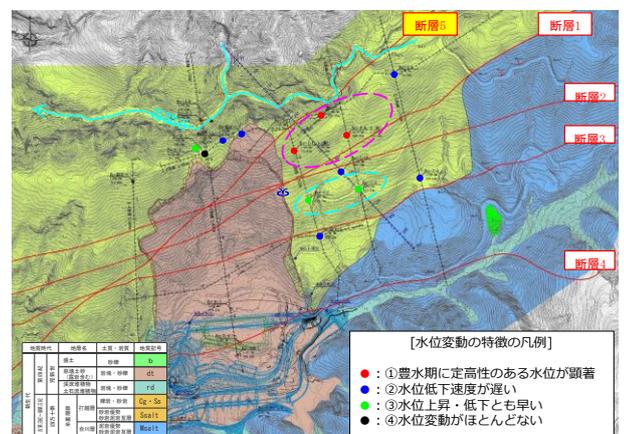
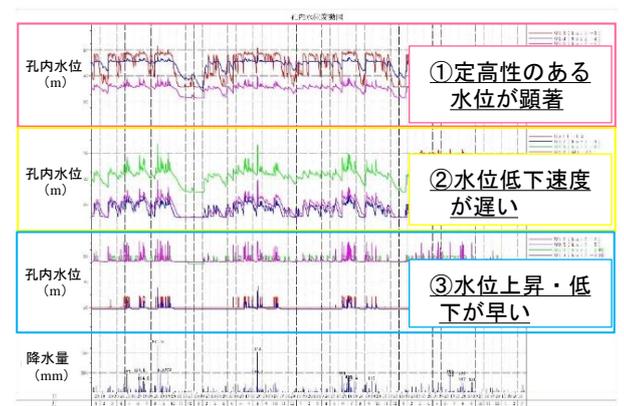


図-2 隣接斜面(未崩壊地)における地下水位変動の特徴

4. 豪雨時の地下水位形成過程の検討

豪雨時における地下水位の上昇・下降の推移を視覚的に把握するため、深層崩壊発生時のハイトグラフに形状が類似している2019年8月の台風第10号に伴う降雨を対象(図-3)として、地下水位変動の特徴的な時刻を抽出(図-4)し、表-1に示す時刻間における地下水位の変動量分布面を作成し、地形や断層等を組み合わせたCIMモデルにより、地下水位の形成過程の視覚化を行った。

まず、(a)の期間における地下水位の変動量の分布を図-5(a)に示す。この期間では、断層よりも上部に位置する斜面上部の観測孔から水位上昇が開始した。次に、図-5(b)に示す(b)の期間では、斜面上部の地下水位上昇よりも斜面中部の断層に挟まれた領域で地下水位の上昇量が大きく、斜面上部よりも遅れて斜面中部で地下水位の上昇が始まった。図-5(c)に示す(c)の期間では、斜面上部では降雨終了後も地下水位が高いまま継続していることや、斜面中部では(b)と比較すると、降雨期間中に水位が上昇した後、すぐに地下水位が低下していった。以上の検討結果や既報の比抵抗探査による検討²⁾より、百間谷川や斜面上部から流入した地下水が斜面上部の断層により多くが堰き止められて地下水位が上昇し、その後斜面中部から下部へと地下水が伝わっていったことや、斜面中部の断層は、上部の断層と比較して比較的地下水を通しやすいことが示唆された。



図-3 深層崩壊発生時の降雨と検討対象降雨のハイトグラフ

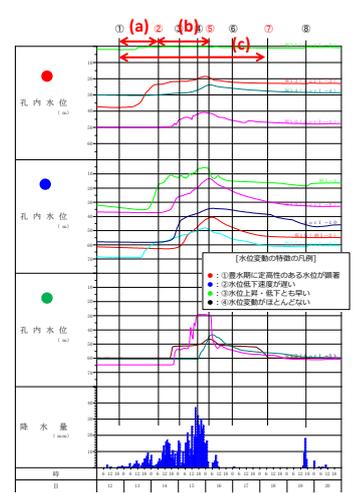


図-4 検討対象降雨の地下水位変動
表-1 作成したCIMモデルの概要

期間	地下水位の変動量を算出する時期の組み合わせ	地下水位差分分布を貼り付けるモデル
(a)	①いずれの地点も地下水位上昇が見られない	②の地下水位面
	②斜面上部の一部の観測孔で地下水位上昇	
(b)	②斜面上部の一部の観測孔で地下水位上昇	⑤の地下水位面
	⑤ほぼすべての観測孔の地下水位がピーク	
(c)	①いずれの地点も地下水位上昇が見られない	⑦の地下水位面
	⑦降雨終了から約2日経過し、ほとんどの観測孔で地下水位低下	

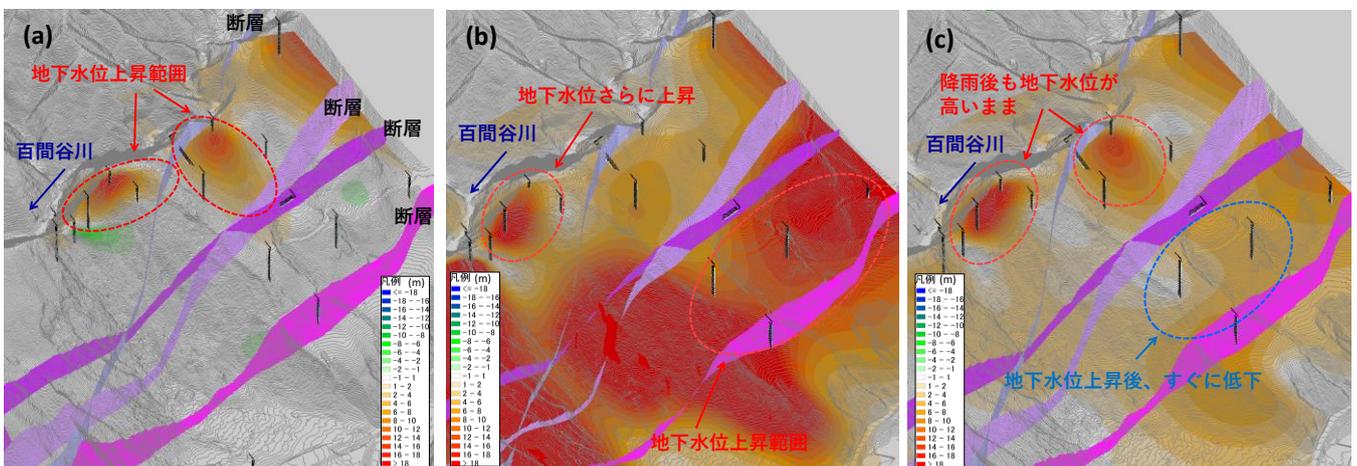


図-5 CIMモデルによる地下水位変動量と断層の位置 ((a), (b), (c)の期間は図-4, 表-1に記載)

5. おわりに

CIMを活用することにより地下水位の形成過程を視覚的に表現し、考察することが可能となった。今後、断層に影響される地下水位の変動と降雨の関係を明らかにするなどして、崩壊発生メカニズムの解明を進めて参りたい。

参考文献 1) 木下ら(2021): 2011年に深層崩壊が発生した奈良県十津川村栗平地区における比抵抗探査を用いた断層沿いの地下水流入過程の検討, 日本地すべり学会誌, Vol. 58, No.1, pp.40-47. 2) 竹下ら(2022): 2011年に深層崩壊が発生した和歌山県田辺市熊野地区における比抵抗探査を用いた水理地質構造の検討, 第61回日本地すべり学会研究発表会講演集, p.189.