

土砂災害時の避難意志決定支援における斜面土壌水分の現地計測の有用性

金沢大学大学院博士前期課程環境デザイン学専攻 学生会員
金沢大学大学院博士後期課程環境科学専攻 正会員
金沢大学理工研究域環境デザイン学系 正会員
金沢大学理工研究域環境デザイン学系 正会員

○和田滉平
石塚久幸
高原利幸
宮島昌克

1. 研究の背景と目的

日本ではこれまで平成 26 年 8 月に発生した広島豪雨土砂災害や、平成 25 年台風 26 号伊豆大島の土砂災害等、豪雨による土砂災害によって尊い命が失われたことは記憶に新しい。

筆者らは、平成 24 年度に西日本を中心とする行政（各自治体）と、平成 23 年 12 号台風により土砂災害の被害を受けた和歌山県那智勝浦町を対象にアンケート調査¹⁾を行っており、その結果、行政はオオカミ少年効果を恐れて避難情報の発令に躊躇する一方で、住民は行政からの避難情報を頼りにしており、早期避難を困難にしている実態が浮かび上がった。これは、雨量の情報などからだけでは土砂災害の発生を正確に予測できないために、住民が自ら判断することが難しいという現状を示しているとも言える。

そこで、我々はより確度の高い土砂災害危険度の指標を住民に示すことができなしかと考え、危険斜面の土壌水分や水位を直接測定して、そのリアルタイムデータの公表を検討している。本研究ではまず、土壌水分・地下水位の測定手法の確立とその有用性について、降雨データ並びに土壌雨量指数と比較して検討する。

2. 対象斜面の概要

対象斜面位置を図-1 に示すが、石川県能美市灯台笹地区の保安林に指定されている砂礫台地の斜面である。当該の砂礫台地斜面は火山岩上に堆積しており、土砂災害警戒区域及び土砂災害特別警戒区域の指定箇所でもある。また、図-1 に示すように 40 年ほど前に一部で地すべりが発生し、住宅に土砂が流れ込んだ履歴を有する。図-2 の点線が崩壊斜面の縦断測量結果である。

本研究で土壌水分・地下水位の測定対象とする斜面は地すべり発生斜面に隣接した北側の尾根部で、その断面を図-2 の実線で示す。原位置では図-1 に示すように小型貫入試験 4 箇所（D-1～D-4）、表面波探査 2

測線（測線 1、2）及び標準貫入試験 1 箇所、サンプリング 2 深度を行い、 $\overline{CU}$ 試験を行った。貫入試験及び表面波探査から、風化火山岩と思われる基盤層は図-2 に示すように直線的に分布し、その上に砂礫層が分布していると推定された。砂礫層は細粒分を含むものの透水性は高い地盤である。

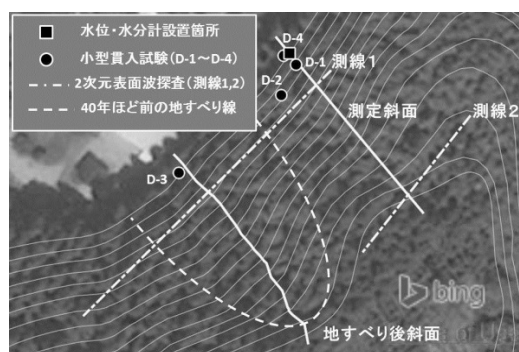


図-1 各調査位置

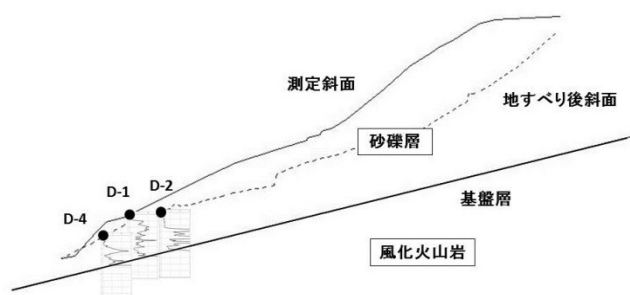


図-2 推定断面図

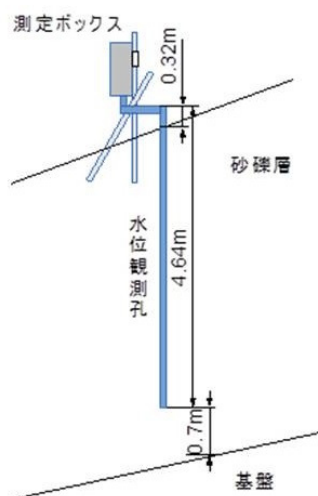


図-3 測定ボックスと
水位計及び基盤面との関係



写真-1 測定機器



写真-2 測定ボックス

3. 現地計測結果と土壌雨量指数との比較

ボーリング調査による貫入孔に土壌水分計及び水位計を設置した。徳島大学式の高精度静電容量式の土壌水分計及び水位計を用いており、土の比誘電率の違いを利用して、静電容量の変化をとらえるもので、従来の機器に比べて構造が簡便で安価な機器となっている³⁾。太陽電池式のシステムを用いており、写真-1, 2に示す。測定ボックスと水位計及び基板面との関係は図-3に示すとおりであり、水位測定孔の底は基板面よりも70cmほど上方に位置している。

今回対象とする斜面は砂礫地盤であり透水性が高いため、土壌水分計よりも水位計の方がより明瞭な関係を示しているため、本報告では地下水位のデータを示す。

雨量データは計測地点から南西に4.5km離れた国交省の雨量観測所「鍋谷」から取得した。図-4(a)～(c)に2014年6月、7月、8月の地下水位、時間降雨量、土壌雨量指数をそれぞれ示している。ただし、見やすさのために時間降雨量は2倍しており、図-4(c)の地下水位は他のグラフとスケールが異なることに注意されたい。

図-4(a)を見ると地下水は全体的に右上がりの傾向を示していることが分かる。静電容量式の測定のため電気的なトレンドの発生可能性も疑われたが、キャリブレーション用の測定ボックス内のチャンネルではこのようなトレンドは見られず、温度補正後の結果であるため、測定結果は正しいのではないかと考えている。真偽に関しては来年以降の観測データを持って確認したいと考えている。いずれにせよ、降雨があるとすぐに地下水位も反応しており、降雨後は土壌雨量指数の低下速度よりも早く収束しているように見える。

しかしながら、図-4(b)の7月のデータを見ると雨に対する反応は非常に小さくなっており、ある程度の地下水位があると反応が鈍くなるのではないかと考えられる。全体的な地下水位の上昇は続いており、背後山地からの供給があると見られる。

図-4(c)の8月は降雨が多い月であり、太陽光も少なかったため肝心なところで欠測となってしまうが、非常に高い水位まで到達したことがうかがえる。土壌雨量指数を見ても8月は他の月に比べて面積が大きくなっており、ある程度の累積があると地下水位に大きく反応するのではないかと予想される。

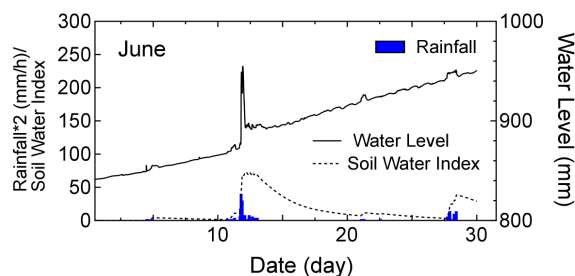


図-4(a) 6月の計測結果・土壌雨量指数・雨量データ

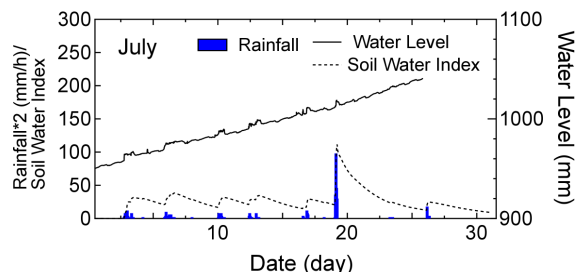


図-4(b) 7月の計測結果・土壌雨量指数・雨量データ

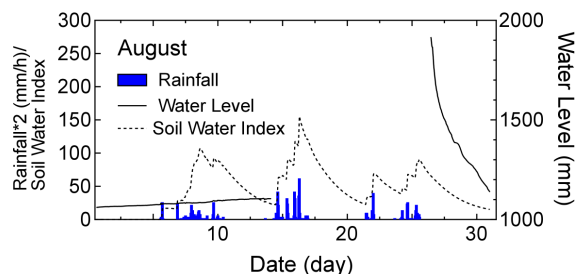


図-4(c) 8月の計測結果・土壌雨量指数・雨量データ

4. まとめ

単年の測定結果ではあるが、現在用いられている土壌雨量指数と実際の地下水位の反応は大きく異なっており、今後適切な土壌雨量指数のパラメータの特定が必要ではないかと考えられる。雨量データも離れた地点のものであるので、アメダスの解析雨量などを用いて、近傍のメッシュでの比較も行う必要があると考えている。

また、8月のような地下水位の大幅な上昇は、斜面の不安定化につながると考えられるため、今後、円弧すべり計算などの安定計算を実施し、すでに崩壊している斜面との整合性を取りながら安定度に関して検証する予定である。

参考文献

- 1) 石塚久幸：土砂災害における住民の避難行動思考と自治体の避難情報提供の実態に関する考察,第33回日本自然災害学会,自然災害科学 vol.33,特別号,2014
- 2) 気象庁ホームページ
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/dojoshisu.html>,2014.12.10
- 3) 上野勝利,高原利幸：高精度静電容量計の地盤計測への応用,地盤工学会,第45回地盤工学研究発表会,CD-ROM,2010