

熊野参詣道横垣峠地すべりにおける降雨—地下水位の応答関係 —地すべり安定性評価への土壌雨量指数の適用性検討—

立命館大学 ○石田優子
三重県御浜町 古根川竜夫
和歌山大学 後誠介
立命館大学 深川良一

1. はじめに

地すべり地の地下水解析手法として、タンクモデル、 Ψ 関数モデル、実効雨量、浸透流解析等が提案されてきた。このうちタンクモデルを用いた研究に着目すると、例えば吉松¹⁾は連通管タンクモデルを、榎田²⁾は5段タンクモデルを提案し、地すべり地の地下水位変動解析に有効であることを示している。一方、気象庁はがけ崩れや土石流等の土砂災害発生の可能性が高まると判断された場合に警戒避難情報を発信するための指標として3段タンクモデルを用いた土壌雨量指数を開発した。これらからタンクモデルは、深いすべりにも、浅いすべりにも、降雨—地下水位（土中水分の貯留量）応答関係を表現するのに適したモデルと言える。土壌雨量指数は崖崩れの発生時刻との対応が良いことが知られるが³⁾、一般に深いすべりでは、地盤深部に雨水が浸透するまでの時間が長くなることから、崩壊に寄与する土中水分の貯留量や地下水位の上昇は、浅いすべりを対象とした土壌雨量指数より遅れて発現することが予想される。しかし、この予想を裏付ける計測に基づいた調査事例は見当たらない。

本研究では、浅い崩壊の危険性が高い熊野参詣道伊勢路「横垣峠」の安全管理に土壌雨量指数を利用することを想定し、2007年に発生した地すべりの安定性評価にも同時に土壌雨量指数の適用が可能な検討した。本稿では、地すべり地内で計測した地下水位上昇と、現地計測雨量から算出した土壌雨量指数上昇との時間的乖離に着目して分析した結果を報告する。

2. 地すべり概要⁴⁾

世界遺産「紀伊山地の霊場と参詣道」の一部である横垣峠道は、伊勢方面から熊野本宮大社を目指すルート上、三重県御浜町に位置する。地すべりは、独立円錐峰を成す西ノ峯山（標高 593 m）の南向き斜面において、2007年7月に梅雨の長雨により発生した。地すべり上部の地質は神木流紋岩が比較的厚く被り、下部は熊野層群泥岩優勢層で構成されている。すべり面末端付近の熊野層群は、低角度の受け盤構造を成し、地下約 31~33m 付近の傾斜 15° の鏡肌のすべり面には条痕が確認されている。すべり面の断面形状は椅子型を成し、椅子の背部分には重力に起因すると考えられる破碎帯が存在し、地質境界付近から流入した地下水が、破碎帯を通過してすべり面底部に帯水すると考えられている（図1）。

3. 地下水位と土壌雨量指数の上昇

著者らは2016年6月から図2に示す横垣峠道に近いB3、B4、B8、B9の4地点で地下水位を、B4とB8の中間付近で雨量を計測している。計測地点の標高はB4とB8が同程度（TP306m付近）、B3はその上位約15m、B9は下位約19mである。いずれの地点も熊野層群泥岩優勢層を主体とするが、B3はGL-4.5m付近まで神木流紋岩礫主体の崩積土が、B4はGL-3m付近まで礫混り粘性土主体の崩積土が被覆している。

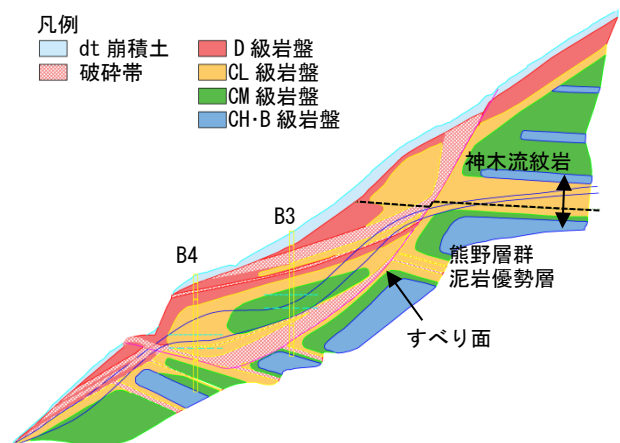


図-1 水理地質構造断面図⁴⁾よりトレス

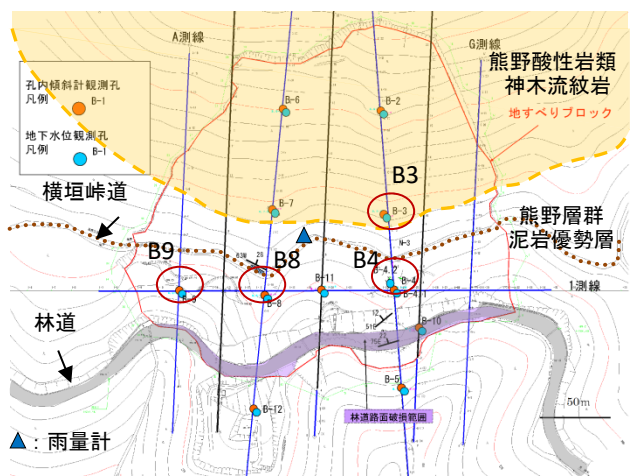


図-2 地すべりブロックと計測箇所⁴⁾に加筆

計測期間のうちの一部の地下水位と土壌雨量指数の時刻歴を図3に示す。B4, B8, B9の降雨に対する地下水位の上昇応答は良好で、B3はやや遅れて反応する傾向がみられる。土壌雨量指数が流出を上回る降雨に対して次の10分間に漸次増加するのに対し、地下水位はある時点で急激に上昇する傾向がみとめられる。

斜面が危険な状態となるのは地下水位および土壌雨量指数が高いときであることから、各降雨イベントのピークに着目した。1降雨イベントを前後に24時間の無降雨を有すると定義し、土壌雨量指数のピーク発現時刻を基準として、地下水位のピーク発現時刻の遅れを降雨イベント毎に整理した。図4から、連続雨量が大きくなるにつれ、土壌雨量指数と地下水位のピーク発現時刻の乖離が小さくなるが見て取れる。地下水位のピーク発現時刻が土壌雨量指数より遅れている場合は、土壌雨量指数を警戒基準に利用しても安全側となるが、地下水位が土壌雨量に先行して高くなると、危険側となる。連続雨量130mmを超えると、地下水位のピークが土壌雨量指数のピークに先行して現れるケースが認められ、連続雨量300mm近い降雨イベントではピーク発現時刻の乖離が大きくなっていることから、今後もデータを蓄積し、崩壊を誘発する大きな降雨イベント時の現象について確認する必要がある。

4. まとめ

本稿では、熊野参詣道「横垣峠」地すべりの安定性評価への土壌雨量指数の適用について、計測した地下水位の変動特性と比較することで検討し、以下の結論を得た。

- 1) 累積雨量が小さい間は、土壌雨量指数が先行して上昇するが、累積雨量が大きくなるにつれ、地下水位の上昇との時間的乖離が小さくなる。
- 2) 累積雨量130mmを超えると、土壌雨量指数より地下水位の方が早く上昇するケースがみられ、連続雨量が300mm程度では地下水位が数時間早く上昇する地点もみられた。

以上より、地すべり面に作用する地下水位が一般に想定されるより早く上昇するケースがあること、土壌雨量指数を地すべりの安定性評価に利用すると危険側の判断となるケースがあることが確認された。

参考文献

- 1) 吉松弘行 (1980) : 地すべり地における地下水変動現象の解析, 地すべり, (公社) 日本地すべり学会, Vol.17, No.2, pp.20-25.
- 2) 榎田充哉 (1992) : 地すべり地における水位変動のモデル解析, 地すべり, (公社) 日本地すべり学会, Vol.29, No.2, pp.28-38.
- 3) 岡田憲治, 牧原康隆, 新保明彦, 永田和彦, 国次雅司, 斉藤清 (2001) : 土壌雨量指数, 天気, (公社) 日本気象学会, Vol.48, No.5, pp.59-66.
- 4) 三重県 (2008) : 平成19年度小規模治山事業工事委託「地形測量・地質調査編」, pp.1-1-4.50.
- 5) 木林幹 (2006) : 熊野参詣道「横垣峠」における地下水位推定手法に関する研究, 立命館大学大学院修士論文, p.38.

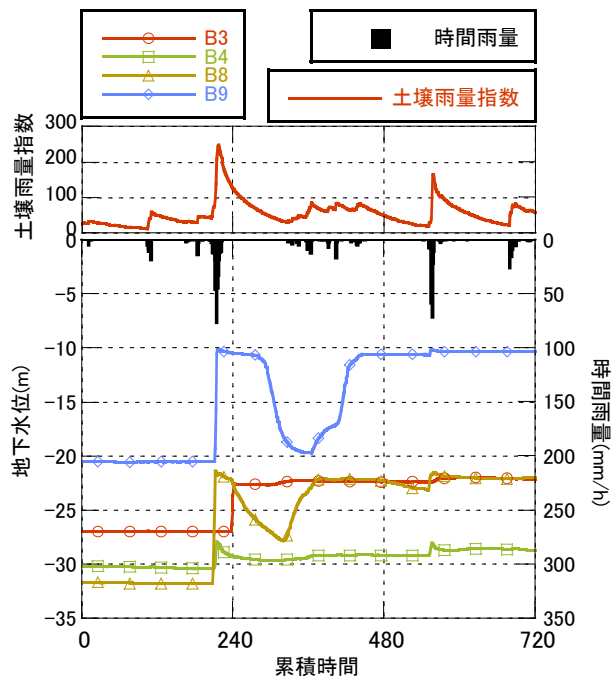


図-3 地下水位と土壌雨量指数

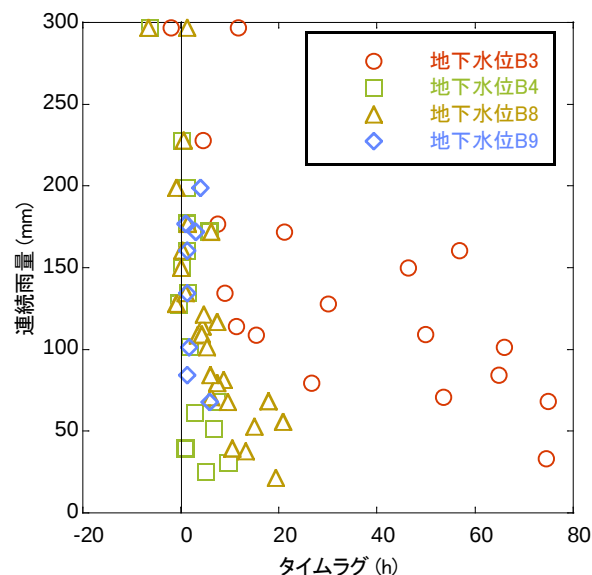


図-4 土壌雨量指数と地下水位とのピーク乖離時間 5)を加筆修正