

六甲山系における崩壊発生時の水文動態に関する一考察

国立研究開発法人土木研究所 高原晃宙・水谷佑・木下篤彦・清水孝一・石塚忠範
株式会社東京建設コンサルタント ○高橋大地・秋山浩一

1. はじめに

山地溪流内で、表層崩壊等の土砂移動現象発生タイミングの把握及び予測を実施することは重要である。そのため、実際に土壌水分計や水位計、濁度計などの機器を設置し、恒常的な水文観測を実施し、検討がなされている事例がいくつもある^{例え1)}が、把握及び予測に結び付けた事例はない。兵庫県神戸市東灘区の住吉川上流に位置する千丈谷においても、土木研究所が平成20年度から斜面の観測を実施しており、平成25年度からは六甲砂防事務所が千丈谷から約1.4km下流の安場堰堤において、住吉川の水位や掃流砂量の観測を実施している。

平成26年8月8日から10日にかけて台風11号(以下、H26T11とする)に伴う豪雨(総雨量268mm, 気象庁「神戸」)により、六甲山系では約270箇所の斜面で崩壊が発生²⁾しており、千丈谷堰堤下流の左岸側斜面においても崩壊が確認されている。そこで本研究では、現地にて取得した水文観測データを活用及び分析することで崩壊発生タイミングの把握をすることを目的として検討を実施した。

2. 観測内容

2.1 観測地

本検討の対象地である千丈谷及び安場堰堤の位置を図-1に示す。両者とも風化の進んだ花崗岩を主体とし、急峻な地形をなす六甲山系に位置している。

2.2 観測方法

千丈谷では転倒ます雨量計により雨量を、土壌水分計により体積含水率を観測した。土壌水分計は図-1のように配置した。安場堰堤では水位計とハイドロフォンを設置している。

2.3 観測結果

H26T11時の雨量と土壌水分計の観測結果を図-2に示す。雨量がピークに到達した後(11:50, 15mm/10min)、体積含水率もピークに到達していた(12:00-12:30, 約40%)。

3. 千丈谷観測データの分析

3.1 土壌水分計の応答特性

土壌水分計の応答特性として、ピーク到達時間(①)、減衰時間(②)、変動継続時間(③)について過去の蓄積データより頻度分布を作成し、分析を行った結果、図-3に示すように、上記の応答特性(①~③)の50%値はそれぞれピーク到達時間が1~2時間、ピーク到達後平常値に戻るまでの減衰時間が4~6時間、変動継続時間(=ピーク到達時間+減衰時間)が6~9時間となった。いずれの項目に対しても谷地形と尾根地形で大きな差は見られなかった。

H26T11時は雨量のピークが2つ存在しており、ピーク到達時間の判断は困難であった。変動継続時間と減衰時間はともに他時期と比べて長く、その要因は降雨の継続時間の長さが影響していると考えられる。

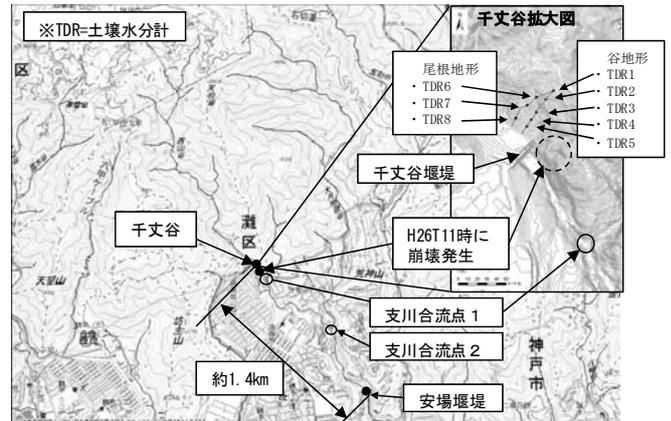


図-1. 位置図

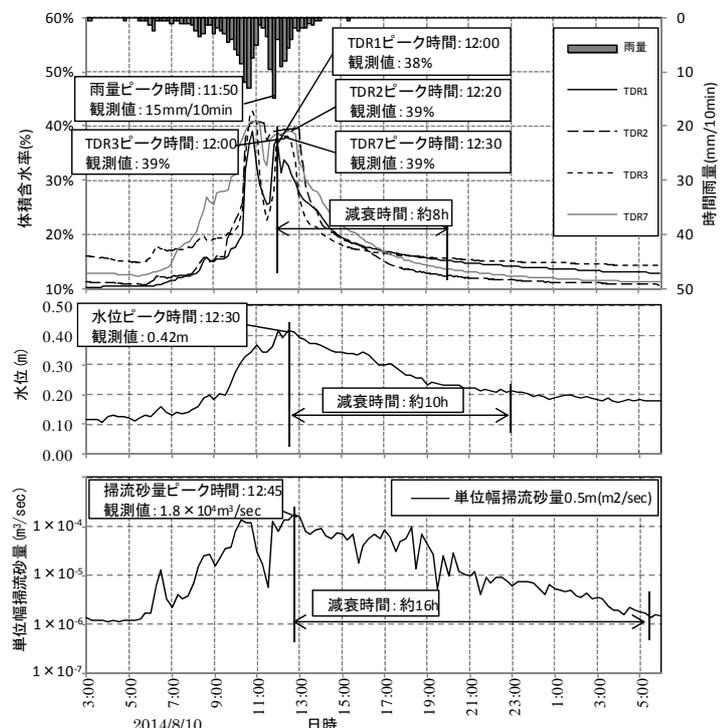


図-2. 平成26年台風11号時の各観測データ

3.2 雨量と土壌水分計のピーク値の関係

体積含水率の大小に影響を及ぼす降雨を把握するため、土壌水分計ピーク値と土壌水分計がピークに到達するまでの前期雨量(以下、前期雨量とする)で相関分析を行った結果、図-4に示すように、斜面上部TDR1,2では土壌水分計のピーク値は10分~1時間の前期雨量との間で中位の正の相関(0.38 ≤ r ≤ 0.50)があり、斜面下部(TDR3-5)では6~12時間の前期雨量との間に中位の正の相関(0.50 ≤ r ≤ 0.69)があった。上記より、斜面上部の集水面積が小さい地点の土壌水分計の方が、斜面下部に比べ直前の雨量が寄与している可能性が高いことが明らかになった。

また、H26T11時の体積含水率は、谷地形に設置した計器で35%を超えており、他時期で35%を超えたのは1~2ケースと少なかった。上記のように体積含水率が

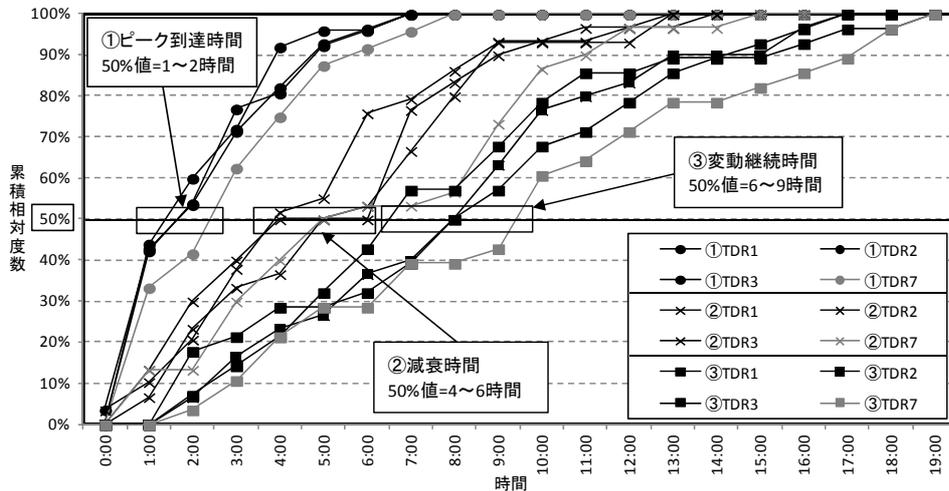


図-3. 土壌水分計の応答特性(①~③)の頻度分布

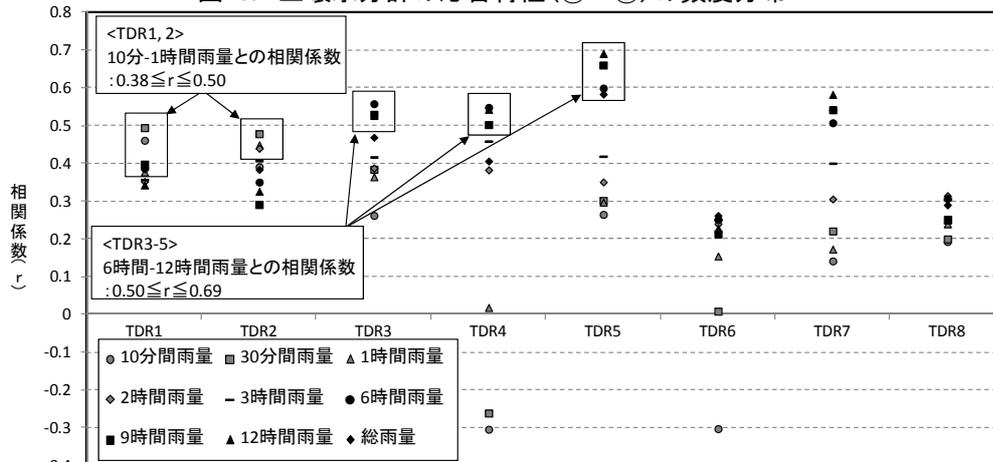


図-4. 土壌水分計のピーク値と前期雨量の相関関係

過去のデータに比べて高くなった要因として、8時間(6:00-14:00)で176.5mm(千丈谷雨量計)という短時間に集中した降雨が考えられる。以上より、短時間に供給される雨量が大きいほど、土壌の体積含水率が上昇しやすいことが考えられる。

4. 安場堰堤観測データの分析

水位や掃流砂量の波形は土壌水分計と同様の形状を示していたが、水位・掃流砂量の減衰時間は体積含水率よりも長く、他時期とは異なる傾向をしていた。

安場堰堤と千丈谷の間は約1.4km離れており、2箇所支川が合流している。H26T11時は、千丈谷下流の崩壊の他にも、複数の斜面での崩壊や侵食による土砂移動により多くの土砂が本川に流入している可能性が高い。これらの土砂が安場堰堤に到達したことで、水位・掃流砂量の減衰時間が長くなったことが想定される。

5. まとめ

今回、H26T11に伴う豪雨により発生した崩壊の発生タイミングの解明を試みた結果、以下の点がわかった。

- 千丈谷と安場堰堤が約1.4kmの距離があり、各観測データ間の時差を考慮する必要がある。
- 千丈谷と安場堰堤との間に支川合流地点が2箇所存在し、それらの影響を考慮する必要がある。
- 検討に用いることのできた観測データが雨量、土壌水分、水位、掃流砂量であり、十分ではない可能性がある。

以上から、千丈谷堰堤下流の崩壊発生のタイミングを解明することは、現環境では困難であると考えた。よって、改善策(案)を以下に示す。

- ・現環境の観測機器に加えて、2箇所の支川合流地点直上(千丈谷方面・支川方面の2地点)に土砂動態観測機器を計地点にさらに設置することで、現観測データ間にある時差や合流の影響を排除できる可能性がある。
- ・本研究で分析に用いたデータに加え、濁度データを活用することで、ハイドロフォンでは観測が困難な浮遊砂の観測も可能となり、崩壊発生のタイミングを把握するための指標の1つとなり得る。
- ・支川合流地点直上に設置する観測機器として、水位計・ハイドロフォン・濁度計が挙げられる。最適な設置案は今後検討する必要がある。

謝辞

本検討において、国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所より観測データの一部をご提供いただいた。ここに感謝の意を示します。

参考文献

- 1) 田村圭司・内田太郎・森東哲郎・日野健・小菅尉多・木下篤彦(2014):六甲山系における水文・流砂観測,砂防学会誌,Vol.66, No.6, p.82-86
- 2) 国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所:平成26年台風第11号崩壊状況,参照2014-4-1,2014