

樹木根系が地盤内の体積含水率変化に及ぼす影響

大日本ダイヤコンサルタント株式会社 ○高橋 良輔
 兵庫県森林林業技術センター 藤堂 千景
 大日本ダイヤコンサルタント株式会社 鏡原 聖史・坂東 聡
 柳田 寛・根本 信行
 岡崎 敬佑・伊東 陽希
 池田 智博

1. はじめに

近年、豪雨による斜面崩壊の事例が増加している。自然斜面では樹木が斜面崩壊に関して様々な影響を及ぼすと考えられている。樹木根系の土壤緊縛効果や杭効果による崩壊防止効果は斜面の安定性の向上に寄与していると考えられる。一方、森林の涵養効果や保水効果といった面を考えると、樹木根系が土壌内への雨水浸透貯留に寄与しているか確認した事例は少ない。

そこで筆者らは、樹木根系の地盤内への水分挙動に及ぼす影響を確認するために、雨量計と土壌水分センサーを設置し、現地の降雨状況および地盤内の体積含水率変化を確認した。土壌水分センサーを樹木根系付近、および根系未侵入箇所の2箇所に設置し、降雨時の体積含水率の挙動変化について確認を行った。

観測結果を基に降雨時に樹木根系が地盤内にどのような形で影響を与えているかについて、考察を行った事例について報告する。

2. 調査地概要

調査地は兵庫県神戸市北区有野町唐櫃にある自然斜面である。調査地の地質は六甲花崗岩で表層部分はマサ化しており、周辺の植生はアカマツが主体の林分である。調査地周辺では簡易動的コーン貫入試験、室内土質試験（物理、透水、強度）¹⁾、植生調査、トレンチ調査等を実施している。図1に観測機器の配置状況を示す。土壌水分センサーは尾根より約10m下流側、谷頭凹地状の地形を呈している箇所のアカマツ周辺の地盤に設置した。土壌水分センサーから西に約150mの箇所に雨量計を設置し、現地での雨量観測を行っている。

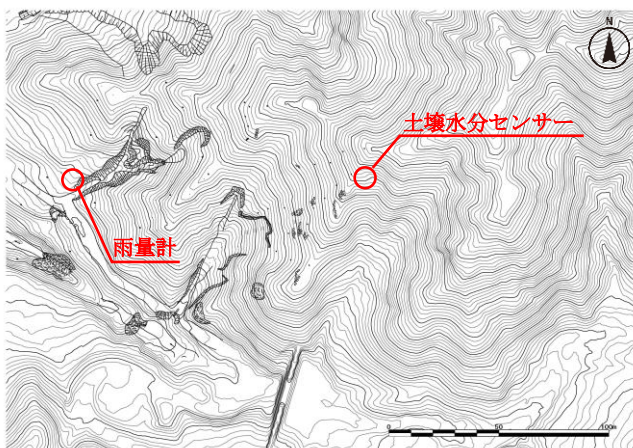


図1 調査地位置図

3. センサー設置概要

本調査では、植物根系が地盤内の雨水浸透に及ぼす影響について確認を行うため、植物根系の近傍と根系未侵入箇所の2箇所に土壌水分センサー（センサー：Delta-T社 SM-150T、ロガー：HIOKI社 LR5061）を設置し、降雨時の体積含水率の挙動変化を確認した。図2に土壌水分センサー設置箇所周辺の平面図を、図3に現地状況写真を示す。アカマツの直下でトレンチ調査を行い面的な根系分布を確認し、根系近傍に土壌水分センサーM3-Lを、根系未侵入箇所に土壌水分センサーM3-Rを設置した。図4にセンサー設置箇所周辺の写真を示す。M3-L周辺にはφ10～15mm程度のアカマツ根系が数本、最大でφ80mmのアカマツ根系が認められる。M3-R周辺には、若干の細根は見られるが、ほぼ根系が無い。設置深度はどちらもGL-0.5mとした。また、図2、図3に示すようにブルーシートで周辺斜面を被覆し、地表からの雨水鉛直浸透を遮断した。

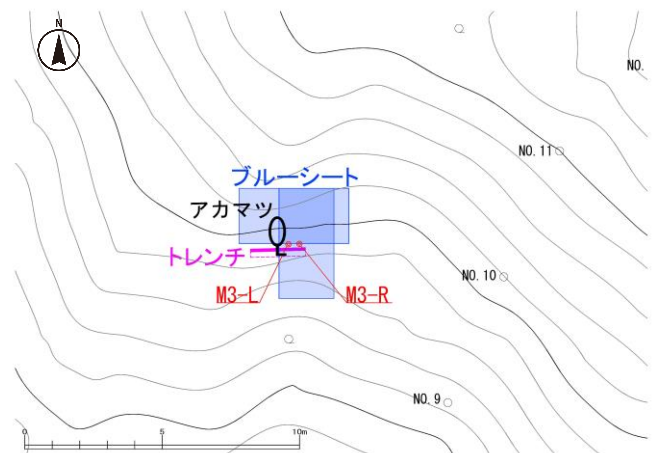


図2 調査概要図

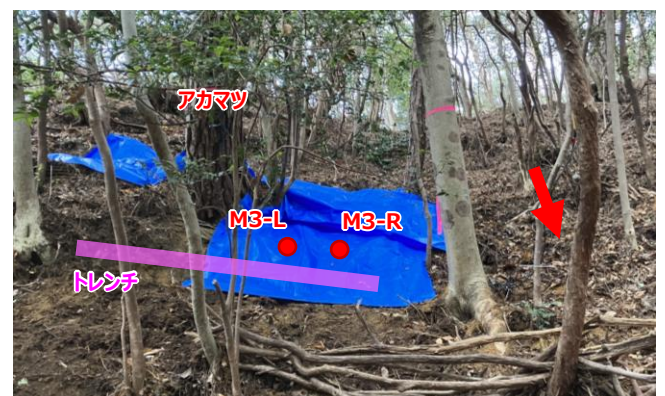


図3 現地状況写真

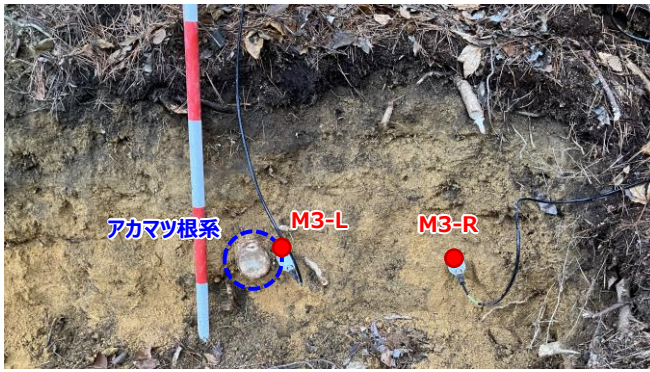


図 4 土壌水分センサー設置箇所周辺

4. 観測結果

図 5 に 2023 年 2 月 2 日～12 月 31 日の M3-L、M3-R の体積含水率および雨量観測結果を示す。

観測期間全体を通して、M3-L、M3-R とともに体積含水率の変化が認められる。この体積含水率変化は雨量計の計測結果と連動しており、降雨による地盤内の体積含水率の増加を捉えている。

2 月～7 月は M3-L、M3-R であまり差異は認められない。一方 7 月～10 月は、M3-R の体積含水率にほぼ変化がないのに対し、M3-L が体積含水率が急増する現象が複数回認められる。特に体積含水率の増加が著しいのは 8/15 の降雨で、この降雨は最大時間雨量 31mm、累加雨量 310mm を記録した。この時の土壌雨量指数は 188mm と、本調査地の観測期間中の最大値を示している。

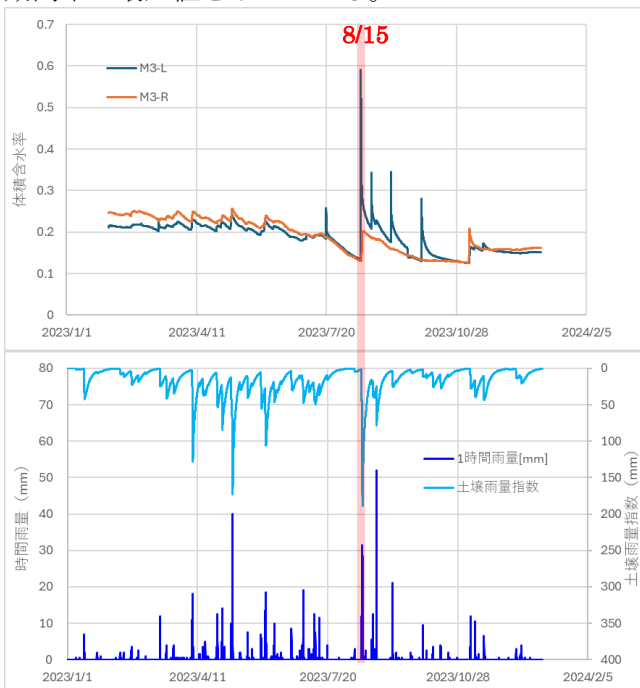


図 5 2023/2/2～12/31 の体積含水率・雨量観測結果

図 6 に 8/15 の土壌水分センサー・雨量計の観測結果を示す。M3-R は、降雨開始～降雨終了間際まで体積含水率に変化がなく、降雨開始から約 26 時間後から体積含水率が増加し始め、その後 10 時間以上かけて緩やかに体積含水率が上昇している。一方、M3-

L は降雨開始 4 時間後 (8/15 2:00 頃) から体積含水率が増加し始め、8/15 の 7:00 頃から体積含水率が急増している。また、M3-L の体積含水率の最大値は、雨量の最大値を示す時間とほぼ一致しており、8/15 の 12:00 頃に雨量・体積含水率が最大値を示し、その後 18:00～20:00 にかけて雨量と体積含水率が再度ピークを示している。

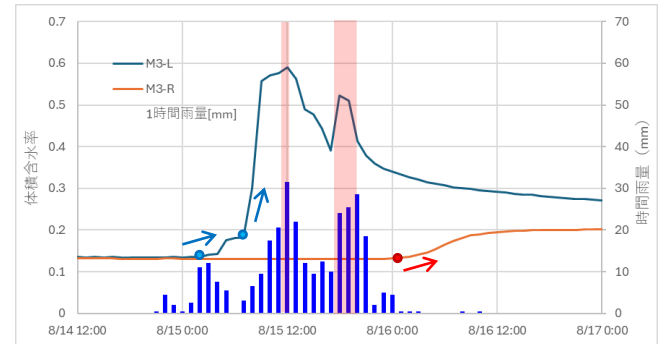


図 6 8/14～8/16 の体積含水率・時間雨量推移

このように、M3-L と M3-R の体積含水率変化に差異が認められ、M3-L の方が地盤への浸透が早く、体積含水率の変化量も大きいことが確認できた。

センサ上部をブルーシートで被覆していることから、M3-R の反応は地盤内に浸透した雨水の水平方向の移動による体積含水率上昇と考えられる。一方、M3-L が根系を伝って雨水を地盤に供給していると仮定すると、樹幹から根系へと雨水が伝うことでセンサーが反応し、その雨水が周辺地盤へと拡散することで体積含水率が減少する、という現象により、M3-L は体積含水率の上昇、下降が M3-R に比べ機敏な反応を示していると考えられる。

5. まとめ

植物根系近傍および根系未侵入箇所に土壌水分センサーを設置し、雨量観測結果と共に土壌内の雨水浸透過程を観測した。観測結果から、根系未侵入箇所に比べて根系近傍は体積含水率が上昇、下降しやすい結果となった。このことから、根系を媒介して地盤内に雨水を供給している可能性が示唆される。

しかしながら、2 月～7 月の降雨では根系近傍と根系未侵入箇所の観測結果に差異が見られず、センサー設置後の地盤の馴染みによる現象なのか、あるいは多雨期とそれ以外で植物根系への雨水の供給過程に違いがあるのか不明である。また、根系侵入箇所のみ体積含水率が急増する現象が確認できない降雨イベントも認められ、どの程度の降雨量でこの差が生まれるかといった不明点もある。今後も観測を続けてデータを蓄積し、関係性を解明していきたい。

参考文献

- 1) 鏡原ら：崩壊地に設置した被覆工の雨水浸透防止効果、Kansai Geo-Symposium2020、pp.221-226、2020