

斜面崩壊源頭部における豪雨時の水みちの現地観測

株式会社東京建設コンサルタント ○梶 昭仁, 小森潤二, 宮田英樹
 広島大学 小橋力也^{*1} 広島大学大学院 内田龍彦, 河原能久
 (^{*1}現 中電技術コンサルタント)

1. はじめに

広島県では、平成26年8月豪雨に続き、平成30年7月豪雨によって大規模な土砂災害が発生した。

土砂災害の危険度は降水量と土壌中に貯留される水量に基づいて判定し、発表しているが、個々の斜面の降雨浸透・流出の詳細なメカニズムについては考慮されていない課題がある。

筆者らは、土石流発生の原因となる斜面崩壊の発生予測手法の高度化に向けて、雨水の浸透・流出過程のメカニズムを解明することを目的に、土石流が発生した林地斜面における現地観測を行った。

平成29年に実施した前報¹⁾の現地観測結果では、斜面崩壊源頭部において、鉛直下向きに雨水が浸透するだけでなく、降雨強度が高まると、間隙構造やパイプが存在する層に水が供給され、土壌が下から浸潤している可能性を確認した。本稿では、平成29年の観測と比べて累加雨量が多く記録的な豪雨が発生した平成30年7月5日から7月7日に観測した土壌内の水理特性変化について報告する。

2. 現地観測の概要

現地観測は、広島市安佐北区の高松山南東側に位置する斜面で、2014年8月豪雨で土石流が発生した箇所を対象とした。平成30年の観測は5月10日から10月25日まで行っている。観測機器の設置場所を図-1に示す。平成30年の観測では、斜面内の浸透現象の縦断方向と水平方向の変化を明らかにするため、観測箇所を追加した。M2地点は斜面崩壊源頭部直上に設置するM1地点の上流側、J2地点はM1の水平方向に位置し、支溪の崩壊源頭部の上流側である。I2地点は崩壊地の側方に位置する。山地斜面の雨水浸透を観測するため、圧力式水位計とTDT式土壌水分計（3深度：地表面基準GL-30cm, GL-60cm, GL-90cm）を設置した（ただし、M2地点の土壌水分計は欠側）。水位計と土壌水分計は地中の温度も計測した。また、源頭部からの流出特性を観察するため、M1地点の下流側にインターバルカメラを設置した。なお、堰堤は災害発生後に新設されたものである。

3. 観測結果と考察

3.1 体積含水率と地下水位の変化

体積含水率と地下水位の時間変化を図-2に示す。源頭部から離れて位置するI2, J2地点ともに、地表面に近いほど体積含水率が高く、GL-30cmが先に反応し、GL-60cmとGL-90cmが時間経過とともに順に反応しており、鉛直下向きの浸透が発生していることがわかる。I2, J2地点ともに地下水位計に反応は見られなかった。一方、源頭部直上のM1地点では降雨に対して地下水位が急上昇し、ほぼ同時刻にGL-90cmの体積含水率が上昇した。また、地下水位

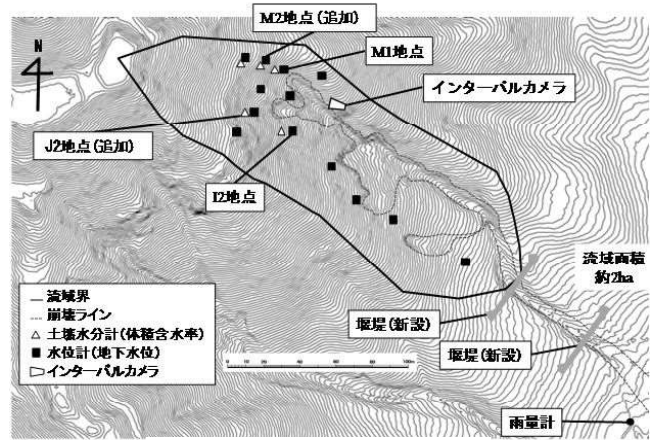


図-1 観測機器の設置場所

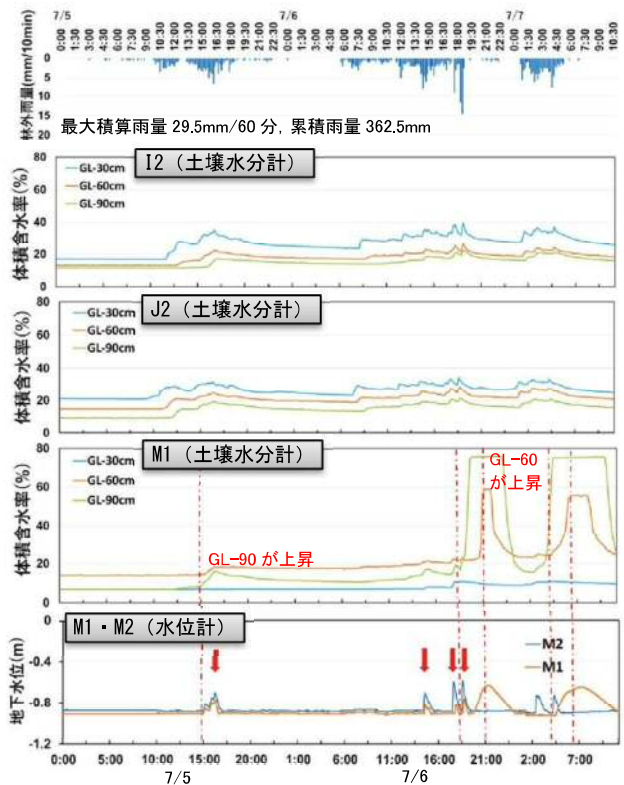


図-2 体積含水率と地下水位の変化

がGL-60cm付近まで上昇（7月6日21:00頃）するとGL-60cmの体積含水率も急上昇した。M1地点では地下水の圧力上昇の影響を受けて土壌が下から湿潤したと考えられる。

M1地点の地下水位はM1地点上流側のM2地点と同様の反応（赤矢印4箇所）が見られたが、7月6日18:30頃（左から4つ目の赤矢印）以降の水位変化がM2地点と異なっている。M2地点同様の降雨のピークに対する敏感な反応が無くなり、降雨のピーク

から遅れて緩やかに地下水水位が上昇する反応となった。反応が変化した同時刻頃から、源頭部直下の溪流内で濁った流水の発生がインターバルカメラで確認された(図-3)。18:30頃より前の3回の水位上昇時には流水の発生が見られなかった。即ち、この時発生した浸透流(パイプ流)により、細かい土粒子が輸送され、空隙が広がる等の地盤構造の変化や水みちの変化が生じた可能性があるかと推察される。

3.2 地中温度の変化

土壌水分計で計測した3深度の温度変化を図-4に示す。I2、J2地点は、雨水が鉛直下向きに浸透することで温度が上層から下層の順に伝わっている。

一方、M1地点では、GL-90cmにおいて、降雨のピークに対応する地下水水位の上昇時には地中の温度が上昇する傾向にあるが、降雨のピークから遅れて上昇した地下水に対して、GL-90cm、GL-60cmの順に地中の温度が急激に低下し、7月7日の9時頃には15.6℃まで温度が下がった。この時、大気圧計で計測された温度は19.5℃であった。

図-4の最下段に、圧力式水位計により計測されたM1、M2地点の地下水水位と温度変化を示す。M1地点の温度変化は土壌水分計のGL-90cmの地中温度の変化と類似している。

ここで、降雨条件による地中の温度変化の検討を行うため、昨年の観測データと比較をした。比較した降雨は平成30年7月豪雨の現象と同様に、下層からの浸潤現象が土壌水分計で確認できた平成29年9月11日から13日のデータである。累積雨量は林外雨で104mm、60分の最大積算雨量は39.5mm/hである。平成30年7月豪雨と比べ、降雨強度はやや強いが、累積雨量は3分の1以下である。図-5より、降雨に対して地下水水位が急激に上昇し、その影響を受けて土壌が下から湿潤したことが分かる。しかし、平成30年7月豪雨時に観測した地中温度の急激な低下は見られなかった。平成29年、30年に観測した降雨のうち、平成30年7月豪雨に次ぐ2番目の累加雨量は130mm程度であったが、130mm未満の降雨では急激な温度低下は見られなかった。

これらの観測結果から、平成30年7月豪雨時は地中より温度の高い降雨が浸透し、パイプ流となって土壌を下から湿潤することで起きた温度上昇に加え、さらに深い場所(水の出入りが激しい岩など)に蓄えられていた温度の低い地下水が下から吹き出したと考えられる。

4. おわりに

本観測では、パイプ流の発生前後で斜面崩壊源頭部付近の水みちの水利特性に変化があったことを示した。また、地中内の温度を計測することで、累加雨量の多い降雨波形に対して遅れて起こる地下水水位上昇は、温度の低い深層の地下水の挙動であったことを示した。

参考文献

1) 梶ら：広島市安佐北区高松山における斜面浸透・流出過程の現地観測，平成30年度砂防学会研究発表会概要集，pp.565-566，2018。



図-3 溪流内に流出するパイプ流

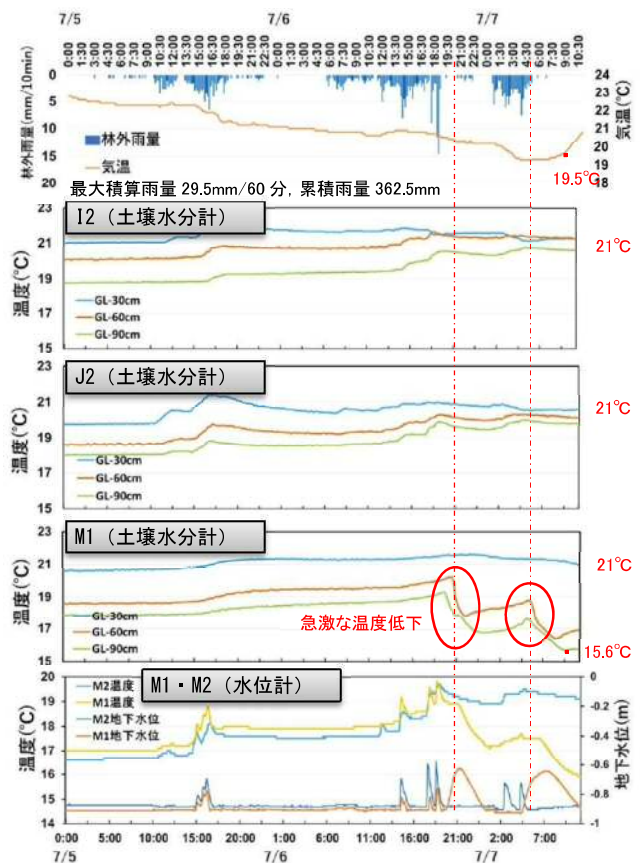


図-4 地中温度の変化

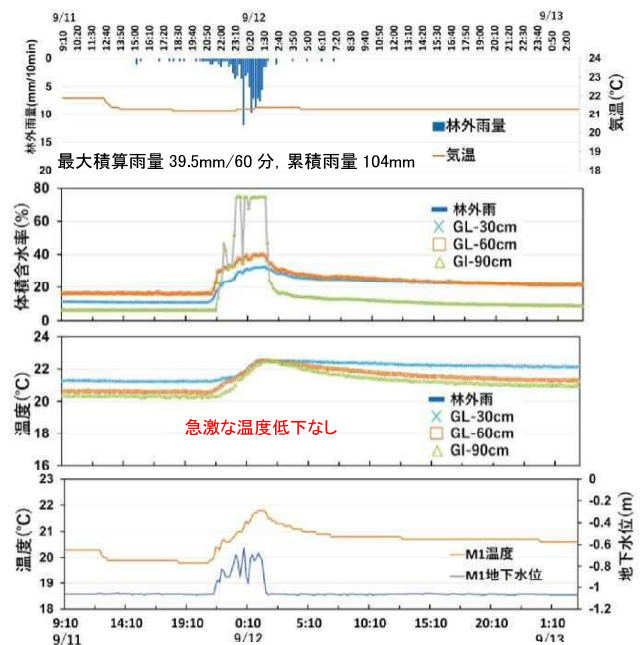


図-5 平成29年観測結果 (M1地点)