

土石流源頭部周辺の水文プロセスから見た防災対策の課題

京都大学農学研究科・JST 小杉賢一朗[○]・正岡直也・糸数 哲
 (株) 建設技術研究所 和田孝志

1. はじめに

発生土砂量の割に被害規模が大きい都市型土砂災害に関しては、危険箇所（急傾斜地崩壊危険箇所や土石流危険渓流）における宅地開発や、予測が難しいゲリラ豪雨の発生といった、素因・誘因の分析に基づいた対策を進める必要がある。この際、事前における危険性の周知徹底や、警戒・避難情報の伝達方法ならびに避難方法の整備も重要となろう。

これらの対策を実質的かつ有効なものとする上では、できるだけ過大・過小評価のない適切な災害規模・頻度の予測を行うことが重要と考えられるが、そのためには、災害の引き金となる斜面崩壊・土石流の発生メカニズムを理解することが必須である。

本研究では、甚大な被害をもたらした2014年8月20日の広島土砂災害を対象として、発生直後の現地踏査ならびに水文観測を実施し、その結果に基づいて、斜面崩壊・土石流の発生メカニズムの分析を行った。

2. 調査地と調査手法

災害発生6日後の2014年8月26日に、安佐南区八木三丁目で発生した土石流の源頭部において、崩壊斜面の様子ならびに土砂や水の流出痕跡を調査した。その際に発見されたパイプ状の流出孔を持つ湧水について、湧水量・水温・電気伝導度の連続観測を行った。観測期間は2014年8月27日から2015年12月3日の約15ヵ月間、観測インターバルは湧水量・水温については5分、電気伝導度については10分とした。

3. 結果と考察

図-1aには、土石流発生後の八木三丁目の溪流の様子を示した。本川・支川の源頭部および側壁斜面の複数の箇所において表層崩壊が発生していることがわかる。このうち、本川の源頭部（図-1a中の四角で囲んだ部分）を拡大して示したものが図-1bである。比較的規模の大きな表層崩壊が3箇所で見られることがわかる。これらの表層崩壊を現地踏査した時の写真が図-1cである。3箇所とも典型的な花崗岩斜面の表層崩壊の様相を呈し、傾斜約35°、長さ（斜距離）約60m、幅約25m、崩壊深約1mであった。崩壊した土砂の一部は、崩壊地内に残存していた。

一方、これらの崩壊地に隣接した地点（図-1bの矢印の地点）では、崩壊面積（斜距離約17m、幅約6m）の割に深度が大きい（最大約2.5m）崩壊が発生していた（図-1d）。この崩壊で発生した土砂は全てが流出していた。さらに崩壊地の直下流部では、元々の林床が未崩壊の状態に残存し、その表面には大量の流水で洗われたと思われる痕跡が確認された（図-1e）。このことから、この崩壊地では大量の地下水が噴出し、崩壊土砂を洗い流すと共に、下流域で発生した別の表層崩壊による崩土への給水源となることによって、土石流の規模を増大させたことが推察された。実際にこの崩壊地の最上部では、角礫の間の細粒土砂が流出し、直径約10cmのパイプ状の隙間となった地下水噴出痕が見つかった。さらに崩壊地中央部（図-1d中の楕円で囲んだ部分）には、土層底面に露出した角礫の間からの湧水が確認されたため、ポリ容器を加工した簡易な計測機器（図-1f）を設置し、湧水量・水温・電気伝導度の観測を行った。

図-2には、観測された湧水量の時系列を雨量データ（毘沙門台；国土交通省 太田川河川事務所）と共に示した。湧水量は観測開始後から緩やかな減速を続け、11月上旬にゼロとなった。その間に発生した降雨イベントのうち5つにおいては、一時的に流量の増加があったものの、減速波形全体への影響は認められなかった。その後、1月中旬から湧水が再開し、2015年4月3日に発生した降雨イベント（積算雨量100mm；最大時間雨量11mm）を契機に大きく増大した。

このような湧水波形は、半減期を120hとした実効雨量と比較的良好な対応を示した（図-2および図-3）。また、湧水発生時の水温は、季節変動・日変動ともに気温に比べて小さくなっていた（図-4左パネル）。さらに、気温データおよび土壌中の熱伝導基礎式に基づいて推定した地温分布から、深度4~8mの基岩内の地下水が湧水の供給源となっていることが示唆された（図-4右パネル）。

図-2に示した通り、2014年8月上旬・中旬は比較的降水量が多く、8月19~20日の豪雨が発生する直前には、半減期120hの実効雨量は既に60mm程度の大きな値を示していた。以上のことから、先行降雨によって地下水位が上昇していた状況の下で、更に多くの雨水が供給された結果、大量の基岩内地下水が湧水となって噴出したことが考えられ、土石流の規模を増大させた要因の一つとして指摘できよう。従って、今後予測される雨の情報だけでなく、先行降雨によって被災危険度が相対的に高まっている状況を住民に判りやすく伝えることが、早期の警戒・避難を行う上で重要になると考えられる。

謝 辞 本研究の一部は、科学研究費補助金(15H01796)および木村基金の補助を受けた。

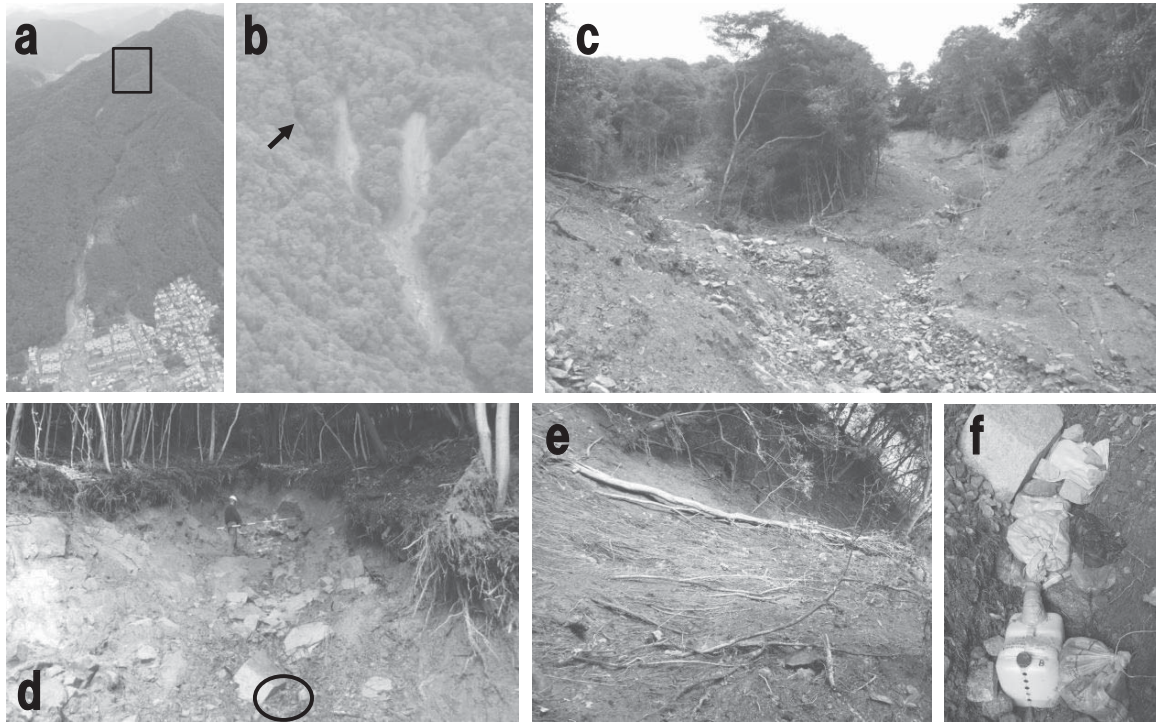


図-1 八木三丁目で発生した土石流の源頭部の様子

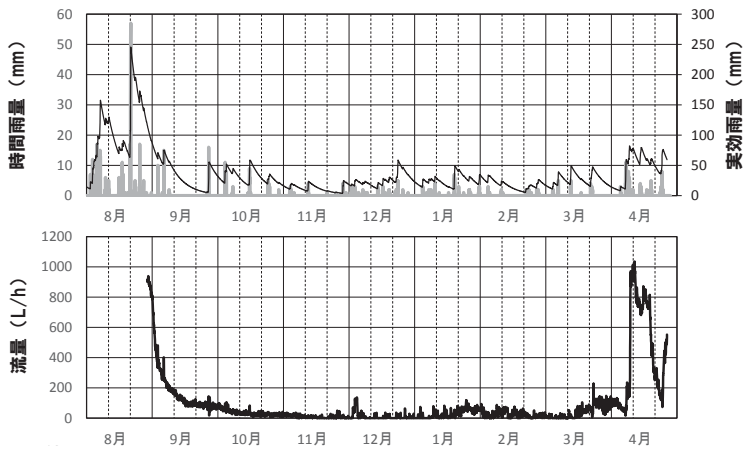


図-2 時間雨量・実効雨量（半減期 120 h）・湧水量時系列

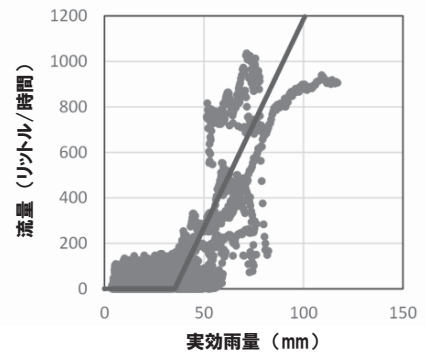


図-3 実効雨量（半減期 120 h）と湧水量の相関

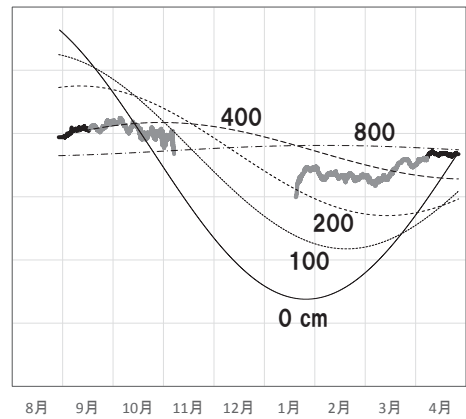
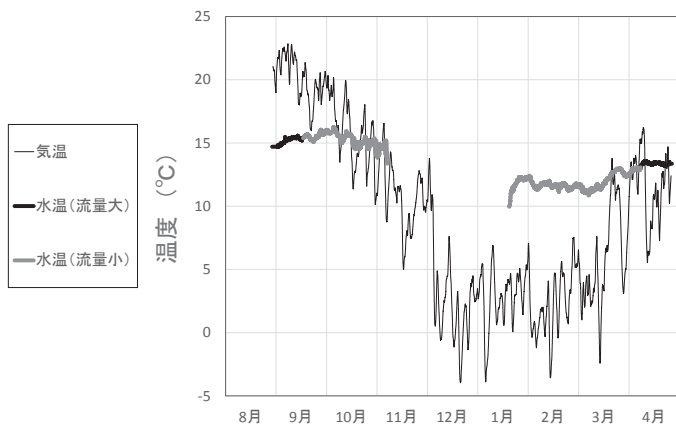


図-4 気温・湧水温時系列と地中熱伝導に基づく地温の推定結果