

## 2019年台風19号を事例とした森林山腹斜面における土砂生産と降雨流出の関係

東京農工大学院(現 日本工営株式会社) ○朝原康貴  
東京農工大学院 白木克繁, 五味高志  
神奈川県自然環境保全センター 内山佳美

### 1. はじめに

近年、豪雨災害に伴う土砂災害の規模及び発生確率は高くなっており、この傾向は、今後も続くことが予想されている。山地流域の特性は多様且つ複雑であり、水流出特性は、地質やスケールのみで判断することはできない(加藤ら,2000;浅野,2018)。実際、豪雨時は均一に土砂が生産されるのではなく、流域や斜面によって生産される土砂量に違いがある。この土砂量の違いは、水の流出特性の違いと関係していると思われるが、土砂生産と水文学的諸量の関係の全容は明らかになっていないと言いが難い。本研究は、2019年台風19号による流域源頭域での土砂災害を事例に土砂生産と水文学的諸量となる流量、表層土層厚との関係把握を行った。

### 2. 調査対象地と2019年台風19号による被害

本研究は、貝沢水文試験地(北緯 35° 37' ,東経 139° 10' )の上流、3つの隣接した流域(西から流域3、流域1、流域2)を対象とした。地質は後期白亜紀の付加体である小仏層に分類され、岩相は海層泥岩である。現地踏査の結果、日降水量約 600mm(2019年10月12日)を記録した2019年台風19号による崩壊は、すべて表層崩壊(66個)であり、流域2と流域3の支流は、溪岸浸食が発生していたことが確認でき

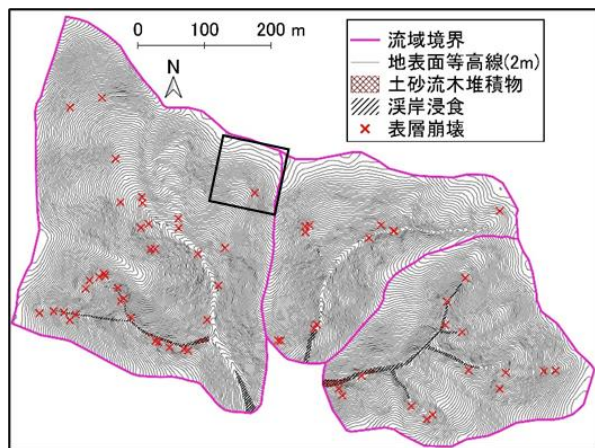


図 1.2019年台風19号による土砂生産状況

た(図1)。表層崩壊の発生分布では、源頭部および溪流沿いに集中して発生している一方、斜面中腹部の集水地形が確認できない場合でも表層崩壊が見られた。また表層崩壊跡地から

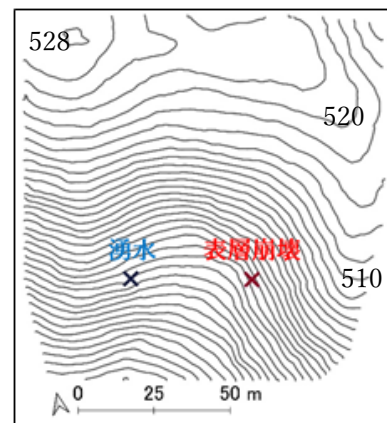


図 2.集中調査プロット

水が湧出しているケースは少なく(2カ所)、ほとんどは、水流出跡のみが見られただけであった。

流域3の北東に位置する斜面中腹崩壊を対象に、およそ100m四方の集中調査プロットを設けた。このプロット内には、表層崩壊以外に湧水が存在している(図2)。台風直後に行った現地踏査(2019年10月18日)では、当表層崩壊による崩落土砂は、多量に水を含み流動化している様子を確認した。

### 3. 調査方法

当試験地は神奈川県より水源の森林エリアに登録されており、各流域の末端において、2011年5月より90°Vノッチの量水堰が設置されている。観測期間中における100mm以上の降雨イベントを対象に降雨イベントに対する流量の抽出を行った。

集中調査プロット内で斜面全体をカバーするように簡易貫入試験をおこなった。本研究では、Nc値0~5を表層土、6~49を風化土或いは崩積土、50以上を基岩とした。さらに、調査プロット内の湧水地点にて自作転倒升(白木ら,2019)を用いた流量観測を行った。

簡易貫入試験データを基に土層厚分布図、基岩図を作成した。土層厚分布図は、三角形分割補間より推定し、基岩図は地表面DEMデータから表層土層厚分布図を差し引くことで作成した。

#### 4. 調査結果

対象期間内で抽出した降雨イベントは28イベントあり、流域1~3において正常に流量が観測できたイベントは、それぞれ27、24、26であった。期間内で最大の降水量を記録した2019年台風14号時には、流域2の突発的な増加を確認した。

表層土層厚・基岩図をみると(図3)、稜線近くの土層厚は、10m以上の厚い土層厚が見られ、傾斜が急になるにつれて薄くなり、谷部では厚く土層が堆積している様子を確認した。湧水ポイントや表層崩壊ポイントがみられた急傾斜部では、どちらも薄い土層厚であるが、湧水ポイントのほうが1m未満の極めて薄い土層厚が分布している。また、崩壊跡地内で貫入試験を行った結果、すべり面が基岩ではないことから軟弱な層が滑り落ちたと推測される。

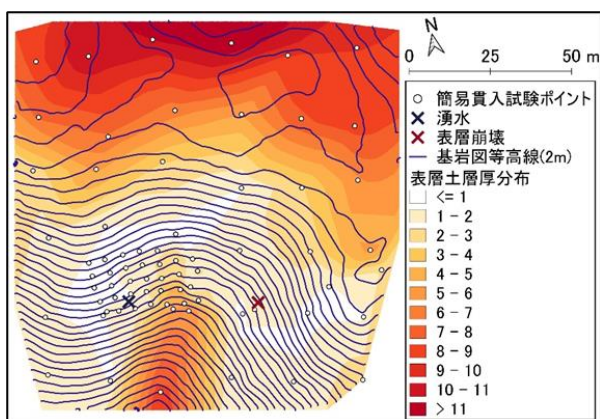


図3.表層土層厚分布と基岩図

2019年度の集中観測プロットの湧水と量水堰の流量の推移を比較した(図4)。1月から5月まで、降雨ともに洪水ハイドログラフが形成されているものの基底流は減少傾向であり、湧水のほうが量水堰と比べて低減度合が大きい。基底流は、常に減少し

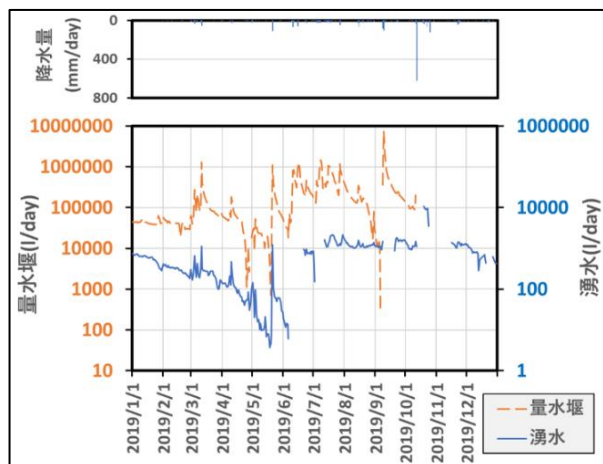


図4.湧水と量水堰の流量の推移

続けるわけではなく、7月では基底流が増加している様子が見られた。しかし8月末の流量を比べると量水堰の基底流量が、減少していく様子が見られた一方で、湧水は安定して基底流の流出がみられた。このことから当湧水は、涵養されるまで時間がかかるが、一度涵養されればすぐに枯れることなく時間をかけて流出する、バッファーとしての機能が優れていることが分かった。このバッファーとしての機能は、湧水背面の表層土層厚が厚いことが関係していると思われる。

#### まとめ

集中調査プロットの結果から2019年台風19号時、集中調査プロット斜面は涵養された状態であり、そこに多くの水が供給されたことで地下水位が上昇、側方流が生じたと考えられる。側方流が、比較的土層が薄い場(狭窄部)に到達すると、飽和状態を形成し軟弱であった土層を流下させたと思われる。一方で湧水付近では、極めて土層が薄いため、側方流が表面排水として流出されたと考えられ、実際に台風後の現地踏査(2019年10月18日)にて湧水観測ポイント付近からの水の湧出を確認した。表層土層厚は、(1)降雨流出のバッファーとしての機能、(2)豪雨時における表面排水機能を有しているが、厚薄によって機能の程度に差異があると推測される。この表層土層厚分布及び機能が、中腹部での飽和状態を形成し、表層崩壊をもたらしたと考えられる。また、流域2においては降雨イベントによって突出して流出流量が多くなる傾向があり、この特徴が流域2での広範囲な溪岸浸食とつながったと推測される。

#### 参考・引用文献

- ・加藤祐子ら(2000): 揖斐川上流の地質の異なる流域における流出の遅れ時間の違い, 砂防学会誌, 53巻, 4号, p.38-43
- ・浅野友子ら(2018): 山地流域の水・土砂流出における空間スケールの影響(1)(総説): 流域面積に対する水・土砂流出量の応答に関する観測例, 水文・水資源学会誌, 31巻, 4号, p.219-231
- ・白木克繁ら(2019): 改良型自作転倒升流量計の精度検証と検定システムの構築, フィールドサイエンス, 17号, p.23-32