

神通川水系ヒル谷流域源頭部における溪岸堆積物の水分動態及び土砂移動の観測

立命館大学理工学研究科 ○速見智, 里深好文, 藤本将光
京都大学防災研究所 堤大三

1. はじめに

土石流の効果的な災害予防, 減災対策を行うためには土石流の発生, 流下, 堆積のメカニズムを解明する必要がある. 本研究では, 土石流発生域とみなされる溪岸堆積物に関して継続的な観測を行い, 土砂移動発生時の水分動態を捉えることを目的とした. また, 浸透流の形成には降雨が強く影響するため, 降雨観測も行い, 土砂移動が起きる場合の降雨特性を明らかにした.

2. 観測地の概要と観測方法

観測は神通川水系蒲田川上流の京都大学防災研究所穂高砂防観測所の試験流域である足洗谷流域ヒル谷源頭部において行った. 源頭部の溪床勾配は約 42° , 側岸部の勾配は約 37° である. ヒル谷の源頭部は花崗斑岩からなる裸地斜面になっており, 裸地斜面では冬の凍結融解作用によって活発な土砂生産が生じている. ヒル谷源頭部に堆積した土砂は夏の降雨によって土石流となって流下していることが捉えられている.

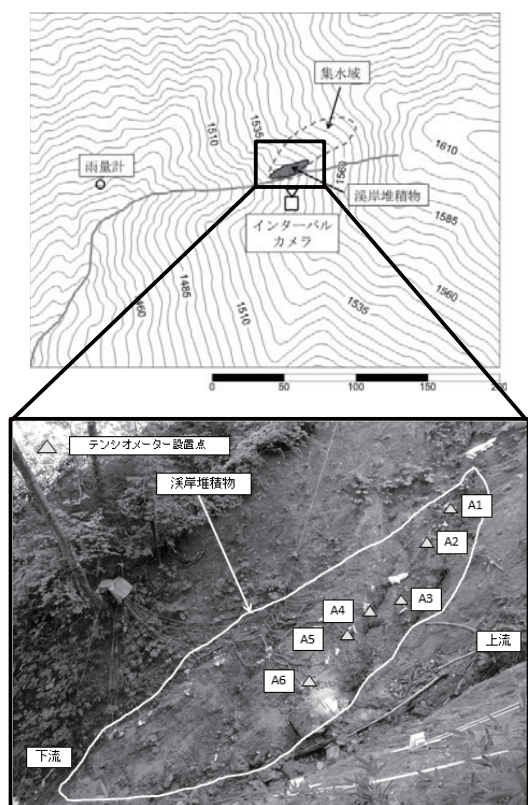


図1 ヒル谷源頭部観測概要(対岸斜面より撮影)

本研究ではこの領域を土石流発生域と考え, 源頭部の堆積土砂を対象として水分動態を観測した. 観測期間は夏季の降雨による土砂流出を捉えるために, 融雪出水後の2010年7月9日~11月16日と2011年6月17日~2011年10月8日の期間に行った.

堆積物中の水分動態を観測するために, テンシオメーターを溪岸堆積物に設置して, 堆積物中の間隙水圧を計測した(図1). 間隙水圧を空間的に把握するため, 複数点(2010年: 5点, 2011年: 6点)の観測点を設け, 基岩面上の点と地表と基岩面との中間の2深度で測定した. テンシオメーターの計測時間間隔は5分である. 斜面に降った雨のデータは150m下流の地点に転倒杓雨量計(1転倒0.254mm)を設置して収集した.

土砂移動・土砂流出の様子が捉えられるように溪岸堆積物の対岸斜面上にインターバルカメラを設置した. 撮影間隔は1分間隔に設定した.

3. 観測結果

3.1 降雨量と土砂移動について

観測期間中に19個の降雨イベントが発生し, その中で土砂移動が起きたイベントは2010年では2回, 2011年では3回あった. ここでの土砂移動は堆積物が流動化して移動した場合と, 土塊の滑落が発生した場合を指し(写真1), 表面浸食によって徐々に堆積物表面の土砂が移動する場合は除いている.



写真1 土砂の移動状況(2011年7月11日撮影)

観測された雨量を元に実効降雨量を算出し, 降雨量と土砂移動の関係を検討した. 2010年と2011年の各降雨イベントの結果より, 半減期をそれぞれ72時間, 1.5時間としたときの実効降雨を算出した. 72時間半減期実効降雨を横軸に, 1.5時間半減期実効降雨を縦軸と

して、降雨イベント開始時から降雨イベント終了時までの実効降雨を 1 時間毎にプロットして線で結んだものが、図 2 降雨イベントスネーク曲線である。図 2 は観測期間中に観測された 19 個の降雨イベントから、土砂移動が発生したイベントのみを示している。

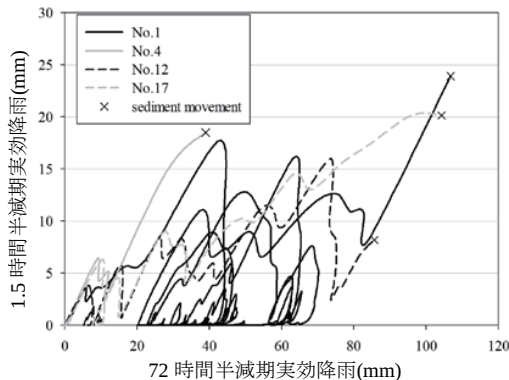


図 2 土砂移動が発生した降雨イベントのスネーク曲線

図2より土砂移動の発生のタイミングは1.5時間半減期実効雨量が15mmを上回った時点か、その後さほど長くない間であったことが分かる。

土砂移動が発生しなかったイベントの中には、土砂移動の発生したイベントより72時間半減期実効降雨量が大きく算出されるイベントもあったが、1.5時間半減期実効降雨量は15mmを上回っていなかった。

このことから、ヒル谷源頭部のような山地溪流の溪岸堆積物で起きる土砂移動は、短期的な降雨強度の影響が大きいことが分かった。溪岸堆積物が土石流化にいたるためには、短時間に集中して上流部から雨水の流入が欠かせない。そのため、土石流の発生についても短期的な降雨指標の影響が大きいと予測される。

3.2 水分動態と土砂移動について

2011 年 6 月 18 日～6 月 23 日のイベントでは測点 A3 付近の堆積物が流動化した。写真 1 より、土砂の流出によって転倒したテンシオメーター周辺の土層が削り取られ、窪んでいることが分かる。

図 3 の降雨量と間隙水圧の値の関係をを見ると、無降雨期間から降雨が再び発生する際と、高強度な降雨が観測された際に間隙水圧が大きく上昇していることがわかる。

3.3 安定解析

現地観測によって得られた圧力水頭の値と降雨データを用いて斜面安定解析を行い、堆積物中の水分動態と降雨量が斜面の安定性に与えた影響を検討した。安定解析には Bishop 法を用い安全率を評価した。使用したデータは斜面が流動化した前述の 2011 年 6 月 18 日～6 月 23 日にかけての降雨イベントの降雨量と間隙水圧のデータを用いた。

斜面の安定解析を行う際の、土層の粘着力と内部摩擦角については値を変化させ、6 ケースの解析を行い、妥当性の高い値を設定した(表 1)。

表 1 安定解析パラメータ

	表層	下層
飽和透水係数 $K_s[\text{cm/s}]$	0.18	
飽和堆積含水率 θ_s	0.44	0.36
残留堆積含水率 θ_r	0.11	0.12
水分特性曲線の変曲点 Ψ_m	-4.9	-2.05
水分特性曲線の湾曲度 σ	2.36	3.01
単位体積重量 $[\text{kgf/m}^3]$	1.22	
粘着力 $[\text{gf/cm}^2]$	0.0	
内部摩擦角 $[\text{deg}]$	30	

図 3 より土砂移動が発生した測点 A3-20 付近の間隙水圧が上昇すると斜面の安全率の低下していることが分かる。このことから、ヒル谷源頭部にあるような溪岸堆積物では、無降雨期間から降雨が再び発生する際と、短時間に集中して高強度な降雨があった際に、間隙水圧が上昇し、土砂移動が発生する可能性が高くなると考えられる。

参考文献

1)鈴木雅一ら(1981)：がけ崩れ発生と降雨の関係について，新砂防，121，p16-26

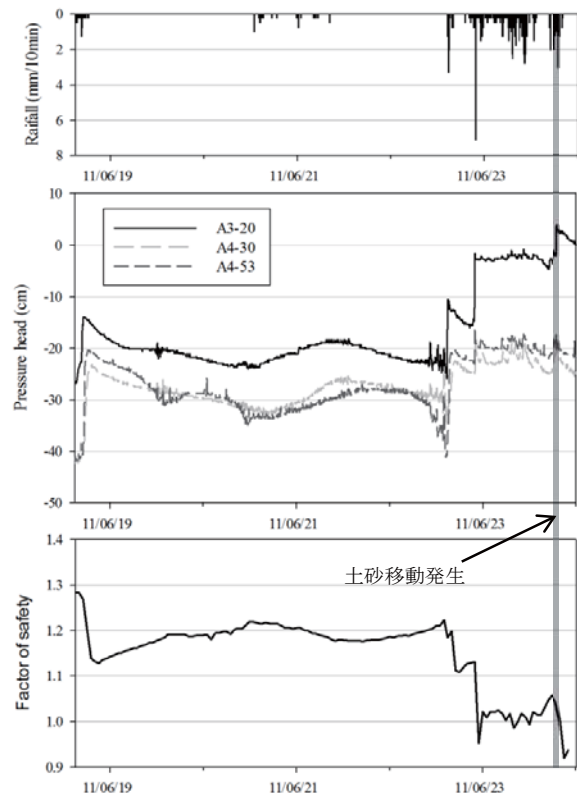


図 3 土砂移動が発生したイベントの 10 分間降雨量，間隙水圧，斜面安全率の関係