

山地小流域における土砂流出に対する危険度予測のための簡易的な流量観測について（その3）

ー令和6年の観測実績と今後の観測方針についてー

神戸市立工業高等専門学校： 鳥居宣之
（一財）建設工学研究所：○笠原拓造

1. はじめに

土砂災害警戒区域（土石流）や道路の事前通行規制区間等においては、流域面積が数ヘクタール程度の小溪流が数多く存在する。これら山地小溪流における土砂流出は、降雨期間中のある時点から突発的に流量を増すような挙動を示し、そのタイミングや流出量は、流域面性が小さいがゆえに地形や植生、地盤の状況、雨の降り方などの溪流ごとの条件の違いが大きく影響することが予測される。筆者らは、当該流域を含む兵庫県下の市町で既に構築され検証を重ねている沖村ら^{1), 2)}が開発した地下1層の地下水位の解析と無限長斜面安定解析を組合せ10mメッシュ単位で表層崩壊を予測するモデルについて、山地小流域からの土砂流出の危険度評価への応用を目的に降雨流出特性の検証データとしてWebカメラ等の簡易な観測装置を用いて流況の観測を行っている。

本報告は、令和6年（2024年）11月2日に発生した土砂流出の観測成果を報告する。昨年報告した令和5年（2023年）5月7日の土砂流出³⁾は、深夜に発生した事例であったのに対し、今回の事例は昼間に発生したものでより詳細に流況を観測することができた。

2. 令和6年11月2日の土砂流出状況

2.1. Webカメラの設置状況

兵庫県神戸市北区に位置する流域面積約0.013km²（1.3ha）の溪流をモデル流域として観察を実施した（図-1参照）。設置や撤去が容易で比較的安価なWebカメラを設置し、溪流の流出状況を動画で撮影した（図-2参照）。Webカメラは現地の流況をリアルタイムで確認できるほか、約1カ月間連続した動画が取得できる。当流域では、これまでの観測から連続雨量が約30～50mmを超えるあたりから地表流がみられるが、通常は水は流れていない。溪床には砂礫が堆積し、地表流は砂礫の隙間を流れるため、動画からPIV（Particle Image Velocimetry）解析等により流速を観測することは難しい。このため量水標や流速観測用に流れを横方向から捉えるTimeLapsカメラ等は設置していなかった。

2.2. 土砂流出状況

2024年11月2日の降雨では、台風第21号から変化した温帯低気圧の影響により局地的に短時間に強い雨が降った。当溪流では、11月2日13:30頃に土砂流出が発生した。流出した土砂の大部分はWebカメラ付近（蛇籠の土留め工上流）に堆積した。（図-3参照）。2025年1月に実施された除石工事の除石量は約21m³であった。

2.3. 現地概査（流出土砂の発生源）

当流域は、Webカメラ設置箇所付近と源頭部の山頂緩斜面を除き、ほとんどの区間が溪床勾配15度以上の土石流発生区間である（図-4参照）。現地概査では斜面崩壊の形跡はなく、溪床部が露岩していることや一部溪床堆積土砂の侵食跡がみられること等



図-1 モデル溪流の位置図



図-2 観測機器の設置状況



図-3 2024年11月2日の土砂流出状況

から土砂流出は溪床堆積土砂（崖錐）の二次移動や溪岸の侵食が原因と推測された。

3. Web カメラ動画による土砂流出状況の観察

2024 年 11 月 1～2 日にかけての降雨状況を図-5 に、谷出口付近に設置している Web カメラ動画から土砂流出の状況を図-6 に示す。前項の現地概査をふまえ、今回の観測から得られた土砂流出状況に関する知見と今後の観測の課題について整理した。

（課題①）：溪床堆積土砂の再移動を起因とする予測モデルの検討

2023 年 5 月と今回の土砂流出の頻度より、降雨に伴う土砂の生産様式は、当該流域においては表層崩壊よりも溪床に堆積する土砂（崖錐）の再移動が卓越するものと考えられる。これまで、山地小流域からの土砂流出の危険度評価について、地下水位の解析と無限長斜面安定解析による表層崩壊予測モデルの延長としてモデルの改良等を検討してきたが、溪床堆積土砂の再移動について別途検討する必要性があるものとする。

（課題②）：溪床堆積土砂の分布状況（場所、堆積形態（形状）、量等）の把握方法の開発

今回の流出では、土砂流出の前に濁りの少ない水の流出が比較的長く継続した後に、濁水が流出し、その後に土砂が流出している。おそらく溪床堆積土砂の上を表面流が流れることで堆積土砂が飽和かそれに近い状態となり移動を開始したのではないかと推測される。また、前回の 2023 年 5 月の土砂流出時に溪床堆積土砂はフラッシュされ溪床が露岩している区間も多く、堆積土砂はそれほど多く残されていなかったと考えられる。これにより、溪床堆積土砂が再移動しやすい状態になっていたのではないかと推測される。このことから、溪床堆積土砂再移動の予測には、その分布や堆積状況等について、あらかじめ把握しておく必要があるものと考えられる。

4. まとめ

普段は水が流れていないような山地小溪流において、今回得られた土砂流出の観察動画は、流出モデルおよび斜面安定解析モデルを検討するうえで貴重な基礎資料であると考えられる。

今後、上記課題へ取り組み、土砂災害警戒区域や道路沿いの小溪流等の個々の溪流を対象とするリスク管理等へ応用、発展させていくには、これまでの観測・検証を継続するとともに他流域における観測成果との比較検証を行うことで、一般化に向けた観測のノウハウや降雨流出に関する知見を蓄積していくことが必要と考えられる。

謝辞

ヒョウ工務店には、毎月のメンテナンス時の敷地内への立ち入り等、また、流量観測に際しては、（一財）建設工学研究所の令和 6 年度「一般研究助成」の助成金を利用した。ここに記して、謝意を表します。

参考文献

- 1) 沖村孝・市川龍平 (1985) : 数値地形モデルを用いた表層崩壊危険度の予測法, 土木学会論文集, No. 358/III-3, pp. 69-75.
- 2) 沖村孝・鳥居宜之・尾崎幸忠・南部光広・原口勝則



図-4 モデル流域の河床縦断状況

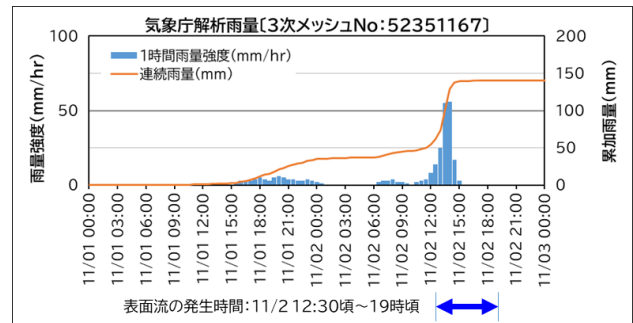


図-5 2024 年 11 月 1～2 日の降雨状況



図-6 2024 年 11 月 2 日の web カメラ動画

- (2011) : 豪雨による土砂災害を対象としたリアルタイムハザードシステムの構築, 新砂防, 63(6), pp. 4-12.
- 3) 鳥居宜之・笠原拓造 (2024) : 山地小流域における土砂流出に対する危険度予測のための簡易的な流量観測について (その 2), 令和 6 年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 495-496.