

土石流のモデル解析と溪流の現地踏査に基づく一考察

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○加藤 一真

正会員 大木 基裕

1. はじめに

鉄道の山間線区において、線路に隣接する溪流では、豪雨による土石流発生の危険度が高い。鉄道運行の安全確保のためには、豪雨時における線路際の土石流の影響の有無と、豪雨後における線路から離れた溪流の状態変化を捉える必要がある。後者は、溪流全体の状況を把握する必要があるが、流域の広い溪流全体の状況を確認することは難しい。そのため、土石流発生の危険度が高まった箇所を効率的に見出す必要がある。本稿では、土石流発生の危険度が高まった箇所の特徴を把握するために、現地踏査を行ったので、その内容について報告する。

2. 土石流発生危険度評価システムの概要

令和2年6月より新しい降雨運転規制において、土石流発生の危険度が高まった際にアラートを発令する、土石流発生危険度評価システム（以下、土石流システム）を運用している。土石流システムは、国土地理院の基盤地図情報 10mDEM（数値標高モデル）データを用いて地形モデルを作成し、崩壊型と溪床流動型の2つの土石流発生形態を同時かつリアルタイムに評価するものである。崩壊型は溪流内の斜面が崩壊し、その崩壊土砂が大量の水と一体に流されるもの（図-1）であり、溪床流動型は溪床に堆積している不安定な土砂が、豪雨による集水により押し流されるもの（図-2）である。システム上で表される発令分布図では、土石流発生の危険度が高まった箇所（以下、アラート箇所）を示す。

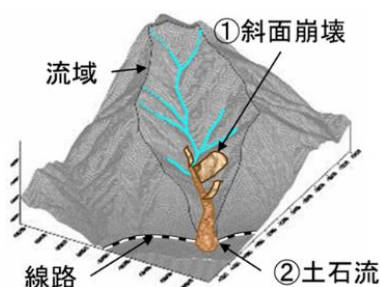


図-1 崩壊型の発生形態



図-3 崩壊型の発令分布図（左）と崩壊跡（右）

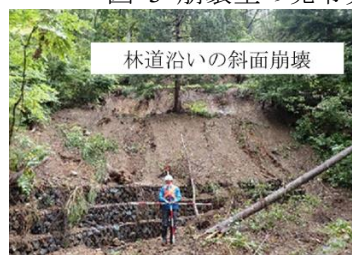


図-4 林道沿いの斜面崩壊

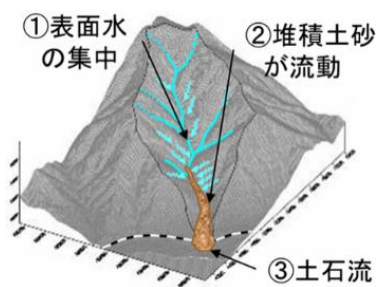


図-2 溪床流動型の発生形態



図-5 0次谷の地形



3. 溪流調査の観測箇所の抽出

豪雨によって土石流システムのアラートが発令した14溪流を踏査し、発令分布図のアラート箇所と現地の状況を比較した。この結果、土石流システムは、概ね土石流の発生を捉えていることを確認した。これを崩壊型と溪床流動型に分類して以下に示す。

(1). 崩壊型

崩壊型が発令した溪流では、0次谷との合流部と林道沿いの斜面で崩壊跡が多いことを確認した（図-3、図-4）。0次谷とは、1/25,000地形図や航空レーザー測量結果により等高線の凹み具合を眺め、凹んでいる等高線群の間口幅（図-5中のa）よりも奥行き（図-5中のb）が短い地形である²⁾。0次谷との合流部は、アラート箇所に多く存在していた。一方で、林道沿いの斜面は、発令分布図より確認できなかった。0次谷や林道は、雨水が集中し、崩壊しやすい箇所と考えられる。以上より、崩壊型では、0次谷との合流部や林道沿いの斜面を観測箇所とした。

キーワード 豪雨、土石流発生危険度評価システム、崩壊型、溪床流動型、溪流調査、維持管理、観測箇所
連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 総合技術本部技術開発部 TEL 0568-47-5375

(2). 溪床流動型

溪床流動型の発令分布図と現地踏査結果を示す(図-6). アラート箇所の特徴は、本流と支流との合流部であり、急勾配から緩勾配となる勾配変化点であった。現地では、緩勾配箇所に岩(人大)が堆積しており、流動しにくい箇所である。しかし、将来的には緩勾配箇所に徐々に堆積し、流動しやすい地形になると考えられる(図-7)。そこで、勾配変化点の堆積状況を観測することで、上流方からの影響を含めた溪流状況を把握することが可能であると考えられる。一方で、地形の特徴に関係なく、倒れた巨木等が上流方からの流下物を溜めている箇所を確認した(図-8)。豪雨等により流動する危険性があるため、観測する必要がある。以上より、溪床流動型では、支流との合流部、急勾配から緩勾配となる勾配変化点、上流方からの流下物を溜める箇所を抽出した。

4. 線路に隣接する溪流の維持管理

抽出した観測箇所を整理した(表-1)。これまで観測箇所としてきた砂防えん堤の背面ポケットにおける土砂堆積状況のほか、地形の特徴より①0次谷との合流部や②支流との合流部、③勾配変化点を抽出し観測箇所とした。また、現地より④林道沿いの斜面や⑤上流方からの流下物を溜める箇所があれば観測箇所とする。豪雨後に観測箇所の調査を実施し、前回調査と比較し、土砂等の堆積状況や土砂移動の痕跡の有無を確認する。その結果、勾配変化点の緩勾配箇所に堆積物が溜まり、流動しやすい地形に変化していることや堆積物が溜まる箇所が増加するなど土石流の危険度が高まったと判断した場合は、線路への影響度を踏まえ、土砂等を取り除く対策を実施する。このような観測箇所をもって、線路から見えない上流方の溪流状況を予め把握することは、豪雨時における土石流の発生位置の判断に役立つと考えられる。具体的には、豪雨時の線路際の土砂堆積状況を確認することで、堆積物の種類や大きさから、線路から見えない上流方からの流下物なのか、周辺の崩壊なのかを推察できる。線路から見えない上流方の状況を予測し、土石流の規模を把握できる。すなわち、常時の調査が、異常時における土石流発生の危険度を判断する一指標となると考えられる。

5. まとめ

土石流システムを活用し現地踏査した結果、共通した地形の特徴と現地状況に応じた観測箇所を整理した。一方で、上流方や急勾配区間のような人力で調査することが困難な箇所があったため、リモートセンシング技術を活用した観測方法を検討していく。今後、豪雨後において、整理した観測箇所をもとに溪流調査を安全かつ効率的に実施し、溪流の状態を把握することで、次の豪雨時に備えていく。

謝辞

アラート箇所の溪流踏査に当たり国際航業株式会社殿にご協力を頂きました。紙面にて謝意を示します。

参考文献

- 1) 林宏樹, 大木基裕: 第57回鉄道サイバネ・シンポジウム論文集, 論文 No.417, 2020年11月
- 2) 国土交通省 国土技術政策総合研究所: 砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説, pp.17, 2016



図-6 溪床流動型の発令分布図(左)と現地踏査結果(右)

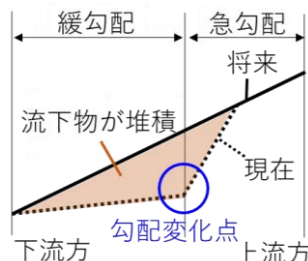


図-7 勾配変化点のイメージ図



図-8 堆積状況

表-1 溪流調査の観測箇所

	崩壊型	溪床流動型
地形の特徴より抽出	① 0次谷との合流部(図-3)	② 支流との合流部(図-6) ③ 勾配変化点(急勾配→緩勾配)(図-6)
現地より抽出	④ 林道沿いの斜面(図-4)	⑤ 上流方からの流下物を溜める箇所(図-8)