

鉄道に対する土石流災害危険度調査の効率的手法の検討

応用地質(株)：神田 一宏，大村 さつき，吉田 拓海，○梶田 大陽
 JR 東日本コンサルタンツ(株)：喜 里美，小谷 健太
 JR 東日本(株)：小西 魁，山根 佑太

1. はじめに

近年、豪雨に伴う土砂災害の激甚化が叫ばれるなか、国をはじめとして土石流に対する一般化された評価手法や対応方策等が整備されている。加えて、道路をはじめとしたインフラ事業体においても、土石流に対する様々な評価手法や対応方策等の整備が進みつつある。しかしながら、鉄道に関する土石流の評価手法や対応方策等は未整備であり、その確立が必要であり、以下のような課題が挙げられる。

- ・ 鉄道は山間部を長距離にわたって敷設されている場合が多く、土石流のリスクにさらされる範囲が広大である
- ・ 線路上での作業が必要な場合、安全管理上の問題から調査には多くの人員やコストが必要である。
- ・ 昨今の人手不足や人件費高騰の情勢も重なり、効率的な調査実施が求められる。

本報告では、2025年度に山間部を通過する鉄道路線を対象に検討・実施した、土石流災害危険度調査における効率的な手法および今後の課題について紹介するものである。

2. 侵食可能土砂量の調査方法

土砂災害防止法に基づく基礎調査や施設設計に伴う砂防調査では、生産しうる土砂や流木の調査など、溪流全体を対象とした踏査が実施されている。中でも、発生しうる土石流のボリュームは土石流のリスクを評価する上で、重要なパラメータとなるため、本業務においても、土石流のボリュームを利用した評価手法の適用を検討した。しかし、机上にて抽出された対象溪流は、対象線区20km弱の範囲に76溪流も存在し、最大で約3.4km²に及ぶ流域も含まれていた。そのため、詳細踏査を実施する場合は、多くの調査期間を要することが想定された。

そこで本業務では、以下の方法で、土石流ボリュームの指標のひとつである侵食可能土砂量調査の省力化を目指した。

- ・ 地質区分の単純化および土砂災害防止法に基づく基礎調査により付近で実施された踏査結果を利用した。
- ・ 代表断面の考え方の導入により、地質・谷次数ごとに代表1断面を用いることとし、複数ある場合は、その平均値を算出・利用した。

2.1 地質区分

単位面積あたりの流出土砂量は、地質により値が異なることが知られている。そのため本業務では、地質ごとに侵食可能土砂量の代表値を定める方針とし

た。地質区分は、産業技術総合研究所より公開される20万分の1日本シームレス地質図を採用したが、簡便化を図るため、河川砂防技術基準(案)同解説¹⁾を参考に下記の5区分に大別した。

- ・ 花崗岩地帯，火山噴出物地帯，第3紀層地帯，破砕帯地帯，その他の地帯

対象溪流の流域には、花崗閃緑岩域やデイサイト、安山岩域等が含まれており、花崗岩地帯と火山噴出物地帯の2区分に分類された。また、花崗岩地帯には0~2次谷が、火山噴出物地帯には0~3次谷が分布していたため、計7断面の算出が必要となった。

2.2 代表断面の計測

先述した基礎調査の結果の利用により、侵食可能断面積の代表値を設定したが、下記の区分については該当するデータが無かった。

- ・ 火山噴出物地帯の3次谷
- ・ 花崗岩地帯の0~2次谷

そのため、現地踏査による断面調査が必要となり、それぞれ1断面を実測し、その結果を用いた。代表断面は、対象溪流のなかで同じ地質区分・谷次数の流路・流域を机上にて比較し、谷幅や勾配、集水面積等が概ね平均的な箇所を選定し、現地にて侵食可能断面の計測を実施した。

2.3 侵食可能土砂量の算出

上記の調査実施により、対象溪流における侵食可能断面積を求めた(表1)。これらの値に流路長と乗じることで侵食可能土砂量を算出し、土石流災害危険度の評価に活用した。

表1 侵食可能断面積の算出方法

		地質	
		花崗岩地帯	火山噴出物地帯
谷次数	0次谷	代表断面	区域調書の平均値
	1次谷	代表断面	区域調書の平均値
	2次谷	代表断面	区域調書の平均値
	3次谷	対象溪流に該当なし	代表断面

3. 現地調査の方法

3.1 土石流の痕跡調査

現地において、土石流災害危険度の評価に係る土石流に関する項目として、土石流の痕跡調査を実施した。溪流の荒廃調査は溪流全体で行われることが多いが、本調査では調査範囲を線路から土石流の氾濫開始点となる谷出口までの範囲に限定することで、現地の荒廃状況を効率よく把握した。発生源の確認はできないが、線路から谷出口の間に土石流の痕跡がある場合、土石流が線路まで流下する可能性が高いと判断できるため、下記の痕跡の有無を調査する

こととした。

- ・ 痕跡の種類：巨礫だまり，流木・倒木群，樹幹根本の衝突痕，屈曲部外側の著しい溪岸浸食，既設砂防・治山施設の破損

調査の結果，8 溪流において土石流の痕跡が確認された（図 1）。



図 1 土石流の痕跡の例
(巨礫だまり・樹幹根本の衝突痕)

3.2 退避時間の活用

本調査では，線路上を移動して溪流へアクセスしたり，線路と溪流との交差部の状況を調査を実施する必要があった（図 2）。しかし，列車の運行を妨げず安全第一で実施する必要があり，列車通過の前後 10 分程度は作業をやめ線路わきに退避する必要がある。加えて，ダイヤによっては 30 分以上退避が必要であったりと，大きなロスタイムが発生してしまうこととなる。そこで本調査では無駄な時間の削減のために，退避時間中溪流調査を進めれるようできるようダイヤグラムや溪流位置から詳細な踏査ルート計画し，現地調査を実施した。

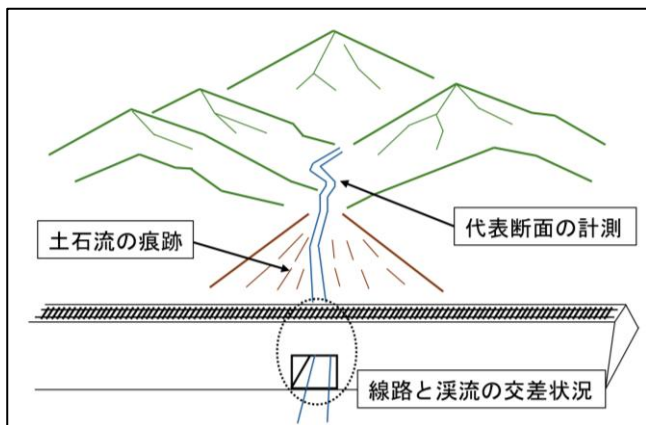


図 2 本調査の模式図

4. まとめ

本検討では，鉄道に対する土石流災害危険度調査の省力化を実施し，効率的に調査することができた。現地調査は 1 班 4 名体制の 12 日間で実施することができた。平均すると，1 日あたり 6~7 溪流のペースである。従来の砂防調査では，調査項目が多いことや，流域の規模により調査にかかる時間が増大してしまうことなどから多くの時間を要することとなる場合がある。しかし本調査法では調査範囲および調査項目を絞ったことで，流域の規模の影響を受けにくく，どのような溪流でも概ね一定のペースで実施可能である。そのため工程を組み立てやすく，本業務では大きな遅れを出すことなく予定期間内に調査を終えることができた。この点は，本調査法における省力化に並ぶ大きなメリットである。

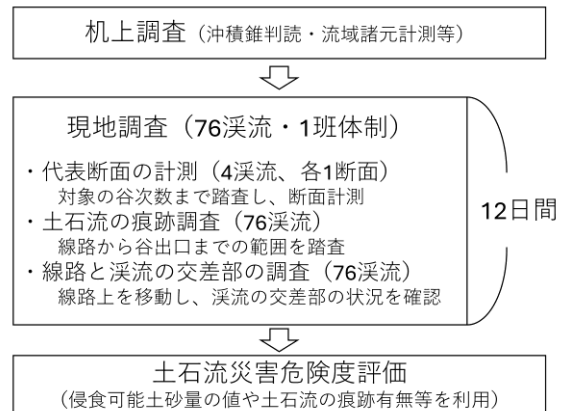


図 3 本業務の流れ

表 2 本調査法と一般的な現地調査法の比較²⁾

	本業務	一般的な手法*
調査項目	線路と溪流の交差部の調査 土石流の痕跡調査 代表断面の計測	溪流現況調査 生産土砂量調査 流径調査 生産流木量調査
調査範囲	線路～谷出口 代表断面の計測は一部の溪流の 特定流路のみ	溪流全域
調査時間	流域面積に依存しない 6-7溪流/日	流域面積に比例し増加

* 河川砂防技術基準調査編（平成24年6月，国土交通省）参照

5. 今後の課題

今後は別線区において同様の調査を実施予定であるが，この手法をそのまま適用するには下記の課題がある。

- ・ より長大な線区で実施する場合に代表断面が必要になると，代表値としての信頼性が低下してしまうため，エリア分け等を実施し，妥当性を高める必要があることである。
- ・ 多くの範囲や人員で実施していくとなると，評価に偏りが出ないように土石流の痕跡の判断基準を明文化することが必要である。

引用文献

- 1) 日本河川協会 (1997) 建設省河川砂防技術基準 (案) 同解説 (計画編)，p49.
- 2) 国土交通省 (2012) 河川砂防技術基準調査編