

鉄道沿線小規模溪流における溪床堆積厚さの数値地形データからの推定

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○森 泰樹 正会員 細岡 生也
アジア航測株式会社 正会員 岡野 和行 牧 澄枝
京都大学大学院 フェロー 杉山 友康
立命館大学 正会員 里深 好文

1. はじめに

鉄道における降雨災害のひとつに、溪流を発生源とする土砂流入がある。このような災害から鉄道を護るためには、危険性の高い溪流を把握し、適切な対策を施す必要がある。溪流には、溪床の侵食状態、溪岸斜面の荒廃状態および溪床堆積物の存在等の様々な要因が混在しているが、中でも、豪雨時に流下してくる可能性のある溪床堆積物の存在は、土砂流入の発生のし易さに直接関係していると考えられるため、その堆積厚さ（以下、溪床堆積厚さという）を推定することは重要である。しかしながら、溪床堆積厚さを目視で確認することは難しく、流域が広範囲に分布する場合や溪床堆積厚さに大きなバラツキがある場合には、測定結果の精度が低くなる可能性もある。

そこで、本稿では、リモートセンシング技術により取得した数値地形データを活用して、溪床堆積厚さを効果的かつ効率的に推定する方法を提案する。

2. 対象とする溪流の規模および想定災害規模

JR 西日本管内において、1976 年度から 2016 年度までに発生した土砂流入の被災事例の分析によると、流域面積の平均値は約 0.05km² である¹⁾。一方で、都道府県が指定している土石流危険溪流は、5km² までの流域面積をもつ溪流を対象としており、また、過去には日本全国で 1~10km² 程度の流域面積をもつ溪流からの土石流も発生している²⁾。このように、鉄道に被害をもたらした溪流は比較的規模が小さく、それらを発生源とする土砂流入の規模は、図 1 に示すような線路の一部を埋没させる程度のものが多い。しかしながら、列車の安全走行に与える影響は、線路への土砂等の流入量によらず、過去には、わずかな流入土砂等に列車が乗り上げて脱線する事故も発生している。そこで、JR 西日本では、鉄道沿線の小規模な溪流を発生源とする比較的規模の小さな土砂流入を防止することを目的として、調査時に確認すべき項目等を検討している。



図 1 鉄道における小規模な土砂流入災害の事例

3. 溪床堆積厚さの推定に関する課題

土砂流入の発生に影響を与える可能性のある項目を表 1 に例示する。JR 西日本では、このような項目を現地調査や資料調査で確認することを考えている。これらの項目のうち、地形・地質、環境に関する項目および荒廃に関する項目のうち、溪床の侵食状態と溪岸斜面の荒廃状態は、目視主体の現地調査や資料調査によって確認することができる。一方、目視での確認が困難である溪床堆積厚さについては、鋼製のピンポール等を溪床に挿入して測定する方法もあるが、流域が広範囲に分布する場合や溪床堆積厚さに大きなバラツキがある場合には、多くの労力を要するうえに測定結果の精度が低くなる可能性もある。そこで、本稿では、近年、高度化しているリモートセンシング技術により取得した数値地形データを活用して、溪床堆積厚さを効果的かつ効率的に推定する方法を検討した。

表 1 溪流の危険度を評価するために確認する項目の例

溪流の危険度を評価するために確認する項目の例		主な調査方法
地形・地質	溪床の勾配	現地調査・地形図等による資料調査
	溪岸斜面の勾配	現地調査・地形図等による資料調査
	流域面積	地形図等による資料調査
	地質	現地調査・地質図等による資料調査
環境	溪床の植生量	現地調査
荒廃	溪床の侵食状態	現地調査
	溪岸斜面の崩壊状態	現地調査
	溪床堆積厚さ	現地調査（目視では困難であるため鋼製のピンポールの挿入等）

キーワード 鉄道、溪流、溪床堆積厚さ、数値地形データ、接谷面

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 中央ビル 2F 西日本旅客鉄道(株)構造技術室 TEL06-6305-6958

4. 数値地形データ

広域に地形を把握するための地形図は空中写真から作成するのが一般的であったが、近年はレーザ計測技術により地盤高を上空から直接計測することで、地形を視覚的に分かり易く表現できる精密な立体地図を作成できるようになった。この立体地図を作成すると、流域内の崩壊や侵食・堆積状況を判読することも可能となる。本稿では、計測点密度が 20 点/m² の航空レーザ計測データから作成した 50cm 格子の数値地形データ (50cmDEM ; Digital Elevation Model) を用いた。これを可視化した立体地図 (図 2) を見ると、崩壊跡の他、溪床堆積物や沖積錐等の微地形が判読可能な解像度であることが分かる。

5. 溪床堆積厚の推定方法の提案

地形学では、侵食が進んだ状態の仮想面を示す接谷面という概念がある。数値地形データを用いて算出した接谷面高度と現地形との差は、未侵食高との相関が高いとされている³⁾。そこで、上記 50cmDEM から接谷面高度を算出し、現地形との差を求めることにより、溪床部の未侵食高と考えられる溪床堆積物厚さの推定を試みた。

接谷面高度は、中山らが示す以下の方法³⁾で算出した (図 3)。すなわち、窓領域内の標高の平均値と着目点の標高を比較し、平均値の方が小さい場合に着目点に平均値を代入するという処理を、着目点を順番にスライドさせながら繰り返す。さらに、計算対象範囲のすべての点を着目点として算出し終えた新たな地形データをもとに、同様の処理を複数回繰り返し、最終的な接谷面の標高データを算出した。

図 2 に示す横断位置 (No.1 ~ No.3) の現地形と接谷面高度の横断図を図 4 に示す。横断 No.1 のように、沖積錐が溪床部に凸型に堆積している場合、接谷面高度は現地形より小さくなり、両者の差が未侵食高、すなわち溪床堆積厚さと推定される。また、No.2 のように、溪床に堆積した土砂の一部が流水によって侵食され、両岸あるいは片岸に溪床堆積物が残存している場合、その部分の接谷面標高は小さくなるため、No.1 と同様に両者の差をとることにより溪床堆積厚さが推定される。

一方、No.3 のように、V 次谷の場合、溪床部における両者の差はほとんど見られず、谷底に堆積する溪床堆積厚さの推定は難しい。

このように、溪床内あるいは両岸に明瞭に土砂が堆積している場合は、上記方法で溪床堆積厚さが推定できる可能性があるが、V 次谷における溪床堆積厚さの推定には課題がある。

6. おわりに

本稿では、数値地形データを活用して、溪床堆積厚さを効果的かつ効率的に推定する方法について検討した結果を報告した。今後は、上述した課題を解決し、より精度高く溪床堆積厚さを推定する方法の検討を進めていく。

【参考文献】

- 1) 佐々木良, 杉山友康: 鉄道線路への土砂流入に対応する降雨モニタリングに関する検証, 第 52 回地盤工学研究発表会, T-04, pp.1871-1872, 2017.
- 2) 高橋博, 大八木規夫, 大滝俊夫, 安江朝光: 斜面災害の予知と防災, 白亜書房, pp.103-105, 1988.
- 3) 中山大地: 細密 DEM に関する研究展望, デジタル観測手法を統合した里山 GIS 解析—東京大学空間情報センター公開シンポジウム, pp.31-34, 2000.

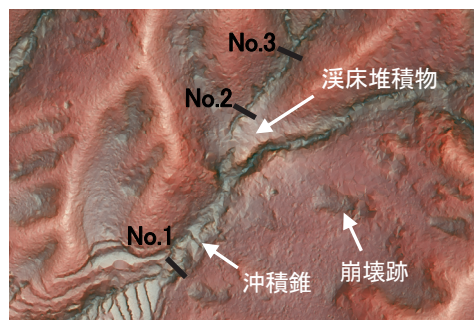


図 2 50cmDEM による地形表現例 (立体地図)

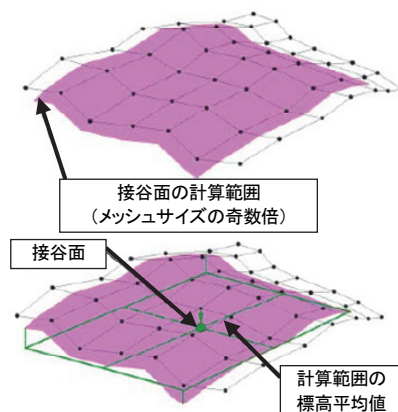


図 3 接谷面高度の算出方法概念図

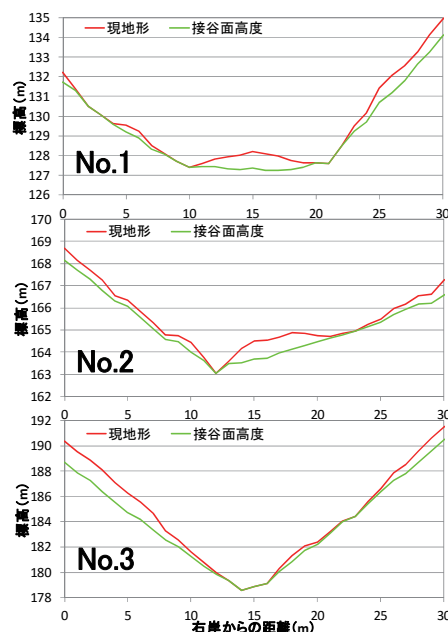


図 4 接谷面高度と現地形の横断比較