

## 技術資料

# 土石流災害リスク評価支援図の作成

臼田 寿生・白澤 紘明<sup>1</sup>・和多田 友宏

## Development of debris flow disaster risk assessment map

Hisao Usuda, Hiroaki Shirasawa<sup>1</sup>, Tomohiro Watada

土石流による災害リスクの評価を支援するため、土石流の経路となりうる水系線の縦断勾配と土石流災害の保全対象となる建築物までの距離を可視化した「土石流災害リスク評価支援図」を作成した。水系線の縦断勾配の表現方法について、現地との整合性と図の見やすさの観点から検討した結果、5mDEMを用いて10m間隔で縦断勾配を計測したパターンが適切であると考えられた。

**キーワード：**土砂災害，土石流，リスク評価，水系線，縦断勾配，保全対象

### I はじめに

山地で発生する土石流は、発生源から最大で下流2km程度まで到達するとされており（多田 2021）、広範囲かつ甚大な被害を及ぼすため、効果的な被害防止対策が求められている。一方、効率的な木材生産のために必要な森林作業道などの森林内の路網整備にともなう地形改変および森林の斜面崩壊防止機能の低下に影響を与える樹木の伐採を林地崩壊が発生しやすい場所で行った場合には、土石流の発生につながる可能性がある。このため、土石流災害リスクが高い場所においては、路網整備や皆伐を控えるなどの対応が求められる。

土石流災害による被害を防ぐためには、災害発生の恐れのある場所を関係者にわかりやすく周知し、それらの情報をもとに関係者が必要な対策を講じる必要がある。そこで、土石流災害が発生しやすい条件を有する場所を可視化した地図として、「土石流災害リスク評価支援図」の作成に取り組んだ。

### II 方法

#### 1. 土石流の発生リスクの可視化

土石流の発生から停止に至る過程で大きな影響を及ぼす条件としては、土石流の経路となる場所の勾配がある。国立研究開発法人 防災科学技術研究所の資料によると、土石流の発生域の勾配は15度以上であり、10度前後以下では減速にともなう堆砂域となり、2～3度以下で停止することが示されている（防災科学技術研究所 2019）。また、江頭ら（2018）は、2017年7月九州北部豪雨において荒廃した赤谷川を対象として、崩壊・土石

流の実態を分析し、土石流が発達する勾配の下限は8度程度であり、勾配の減少に伴って堆積減衰することを明らかにしている。

このように土石流の発生リスクを評価する上では、土石流の経路となる場所の勾配が大きな影響を与えるため、この特性を可視化することが有効である。そこで、DEM（数値標高モデル）から水系を発生させ、水系線を土石流の流下経路とみなし、その縦断勾配を計測し地図上に表示することで、土石流の発生リスクを可視化した。

地図上に表示する水系線の縦断勾配は、前述の文献（防災科学技術研究所 2019，江頭ら 2018）を参考に土石流が発達しやすい「8度超」、土石流が堆積減衰し始める「8度以下」、土石流が停止に至る「2度以下」の3区分とした。さらに、地図上での縦断勾配の適切な表現について検討するため、水系線における縦断勾配の計測間隔を10m、20m、30mの3パターン設定し、現地との整合性を確認した。なお、縦断勾配を10mよりも短い間隔で計測することも可能ではあるが、情報が細かすぎてわかりにくくなると判断し、10m間隔を最小区分とした。縦断勾配を計測する水系は、岐阜県などが実施した航空レーザ測量成果から作成した5mメッシュごとのDEM（以下、5mDEM）を用いD8法（O'Callaghan and Mark 1984）で作成し、水系の発生条件は地図上の情報量を考慮し、集水面積1ha以上とした。これらのデータ処理は、数値地形解析アプリ「LoggingSketch」（白澤 2023）を用いて行った。

現地との整合性の確認については、地図を試作した郡上市内の現地において、水系の縦断勾配を変化点ごとに

<sup>1</sup>国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所

計測して得た値と地図上に表現した区分との比較を行った。

## 2. 保全対象の被災リスクの可視化

土石流による被災を防ぐ上で、最優先に考慮すべき対象は人命である。人命が失われるケースとして、土石流発生の子兆に気づきにくい就寝中など、家屋に人がいる状況での被災が挙げられる。また、前述のとおり、土石流は発生源から最大で下流 2km 程度まで到達するといわれているため、土石流の発生源となる林地から保全対象である家屋までの距離を可視化することが重要である。そこで、地図上における林地から保全対象までの距離の表現方法について検討を行った。

林地から保全対象までの距離は、土石流の流下を模すために水系線に沿った林地から保全対象までの最短経路長（白澤ら 2019）とし、5mDEM で計測した。作成する地図における保全対象は家屋を含む建築物とし、国土地理院が基盤地図情報として公開している「建築物の外周線」のデータを用いた。これらのデータ処理は、数値地形解析アプリ「LoggingSketch」（白澤 2023）を用いて行った。

## Ⅲ 結果と考察

### 1. 土石流の発生リスクの可視化

水系線の縦断勾配の適切な表現を検討するため、現地で 44 区間の縦断勾配を計測し、地図上での計測結果と比較した（図 -1）。地図上での縦断勾配の計測間隔として設定した 3 パターンのうち、現地で計測した縦断勾配と適合する区間が最も多かったのは 10m 間隔で表現したパターンであった。また、地図上での縦断勾配が現地よりも緩勾配で表現されるケースは、実際には土石流が発達しやすい勾配であるにもかかわらず、地図上では、堆積

減衰または停止しやすい勾配として表現されることとなり、防災の観点から望ましくないと考える。このような表現となっている区間について、3 パターンで比較してみると 10m 間隔で表現したパターンは 1 割程度と最も少なかった。この結果から、地図上の縦断勾配の区分としては、10m 間隔が適切であると考えられた。

### 2. 保全対象の被災リスクの可視化

地図上における林地から保全対象までの距離の表現方法に関して、距離の区分を検討した。既往の調査結果（森口ら 2018、多田 2021）によると、調査された土石流の大部分は発生源からの流下距離が 1km 以下であり、最大でも 2km 程度であることが示されている。このため、地図上における林地から保全対象までの距離の表現は、「1km 以下」、「2km 以下」、「2km 超」の 3 区分とすることが妥当と考えられた。ただし、既往の文献（多田 2021）でも触れられているとおり、近年は豪雨時の雨量の増加や崩土内に水に浮く流木が多く含まれるため、土石流の流下距離が 2km を上回る事例もしばしば確認されている。このため、「保全対象まで距離が 2km 超」の林地を起点に発生した土石流については、保全対象が被災する可能性は低いものの、「被災する可能性はない」と断言できるものではないことに留意が必要である。

### 3. 土石流災害リスク評価支援図の作成

水系線を流路とみなし、その縦断勾配を土石流の駆動特性で区分し可視化した「土石流の発生リスク」と、土石流の発生源である林地から建築物までの距離を可視化した「保全対象の被災リスク」を地図上に表示することで土石流の起こりやすさと保全対象が被災しやすい場所をわかりやすくした「土石流災害リスク評価支援図」を作成した。この図を確認することで、土石流災害による被害を受けやすい場所が従来よりも明確になると考える。土石流災害リスク評価支援図が森林内の路網整備および伐採の計画などにおいて、土石流災害の発生と被害防止に役立てられることを期待する。

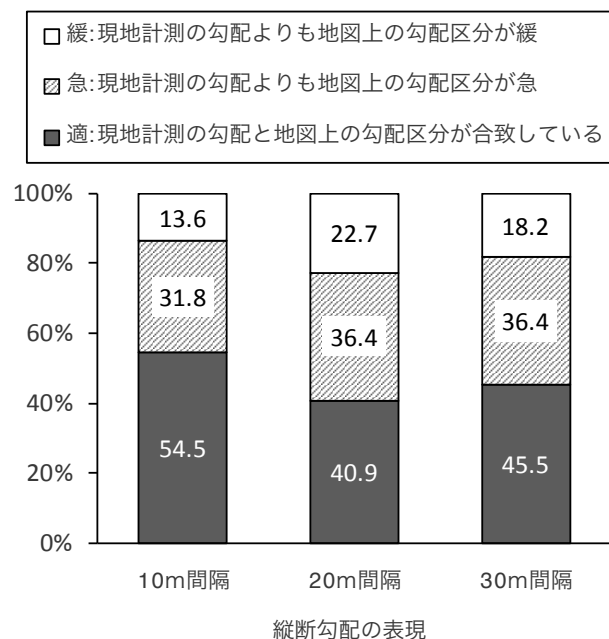


図 -1. 水系線の縦断勾配の現地確認結果

## 引用文献

- 江頭進治・原田大輔・南雲直子・山崎祐介・萬矢敦啓(2018) 崩壊・土石流による堆積土砂に着目した微細砂の流出予測法 —2017 年 7 月九州北部豪雨災害時の赤谷川を対象として—. 土木学会論文集 B1 (水工学) 74 (4) :I\_925-I\_930
- John F. O' Callaghan, David M. Mark (1984) The extraction of drainage networks from digital elevation data, Computer Vision, Graphics, and Image Processing 28 (3) :323-344
- 国立研究開発法人 防災科学技術研究所 (2019) 防災基礎講座 土砂災害 16. 土石流  
[https://dil.bosai.go.jp/workshop/01kouza\\_kiso/16doseki.html](https://dil.bosai.go.jp/workshop/01kouza_kiso/16doseki.html) (2023 年 11 月 10 日参照)
- 森口周二・大河原正文・呉修一 (2018) 2016 年台風 10 号による岩手県内の被害の分析 - 地盤工学と河川工学の観点から -. 地盤工学ジャーナル 13 : 149-158
- 白澤紘明 (2023) 数値地形解析アプリ LoggingSketch  
<https://researchmap.jp/shirasawa/works/42080904> (2023 年 9 月 28 日参照)
- 白澤紘明・多田泰之・臼田寿生・和多田友宏・矢部浩(2019) 山地災害リスク評価を目的とした保全対象との距離の全国試算．森林利用学会第 26 回学術研究発表会講演要旨集 : 17
- 多田泰之 (2021) 林業と国土保全の両立を目指して (1) - 林業技術者のための林地の災害リスクの考え方 -. 山林 1640 : 37-45