

災害実績に基づく土砂災害危険度簡易判定ツールの改良

国土交通省 関東地方整備局 利根川水系砂防事務所 大坂 剛, 須藤 利夫, 小林 幸夫
アジア航測株式会社 ○西村 直記, 久原 悦子, 堀 喬紀, 若松 海, 松田 昌之,
井原 伸浩, 諸隈 暁俊

1. はじめに

豪雨や地震により広域で土砂災害が発生した場合、国土交通省では都道府県や市町村の災害対応を支援するため、TEC-FORCE（Technical Emergency Control FORCE；緊急災害対策派遣隊）を派遣し、土砂災害危険箇所等の現地調査を行っている。TEC-FORCE は災害発生直後に現地へ派遣されることが多いが、災害直後は斜面や溪流内に不安定な土砂が存在する場合があります、調査を行う隊員にも危険が及ぶ恐れがある。

そこで、現地情報が限られる箇所において活動する隊員へ土砂災害の危険度を簡易に判定し、表示するツール（以下、「土砂移動危険度簡易判定ツール」とする。）を令和3年度から開発してきた。本稿では、昨年度実装を行ったツールの改良を行ったので、報告する。

2. 土砂災害危険度簡易判定ツールの機能改良

昨年度までに実装したツール（詳細は R5 年度砂防学会研究発表会概要集 PO-17 を参照）を現地で使用するなどして、使用上の課題を整理し、使用者の利便性を向上させるための改良を行った。

2.1 基本的な考え方

土砂移動危険度簡易判定ツールの基本的な考え方は以下のとおりである。

- モバイル端末で動作するように、複雑な計算を使用せず、既往災害実績から作成したデータベースと地形要素（流域面積・河床勾配）から土石流到達範囲を推定する。
- 全国いずれの地点でも使用できるように、国土地理院の数値標高モデル（DEM）、シームレス地質図に基づく地質区分（9 区分）を使用する。

2.2 使いやすさ向上に関する改良の実施

①危険度判定表示画面と流路判定結果の重複の解消

危険度判定を行った結果表示画面により流路探索結果を見るために画面を移動する必要があったことから、最小化ボタンを追加した（図 1）。

②危険度メッセージの表示変更

探索地点上流の流域面積・勾配と類似する過去の災害事例の件数に応じて、危険度メッセージを3段階（大：5事例、中：1～4事例、小：該当なし）で表示させ、直感的に危険度がわかりやすい表示とした（図 1）。

③氾濫範囲の視覚的表示

危険度判定では氾濫幅が数値で表示されるのみで、流路に対して平面的に影響が生じる範囲が直感的にわかりにくかったことから、最も類似する災害事例の氾濫幅を

地図上に表示した（図 2）。

④外部インポートデータの属性表示・非表示選択

土地勘のない現地での調査位置の目印となる土砂災害警戒区域や砂防施設などの外部データをインポートした際に、表示されるポリゴンなどから属性データを表示することを可能とした。また、必要な情報のみを表示させるための表示・非表示の切替ボタンを追加した（図 2）。



図 1 危険度表示の最小化／表示メッセージの変更

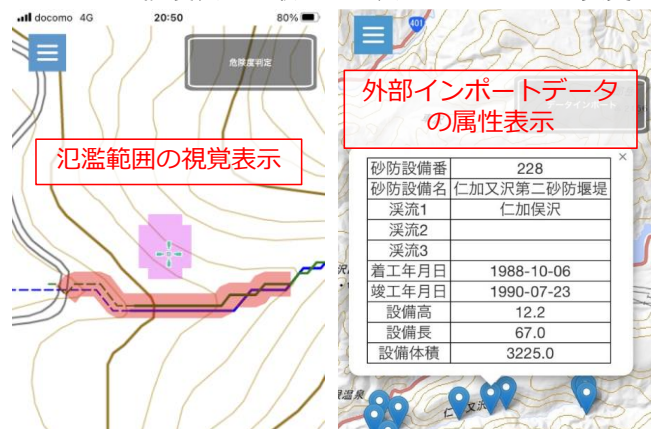


図 2 氾濫範囲の視覚表示／外部データ属性表示

2.3 土砂移動危険度を捕捉する機能の追加実装

①高さ情報を考慮した危険度を捕捉する情報の表示

土石流は地形や流量等に応じた水深をもって流下することから、危険度判定においては水平方向の広がり（氾濫幅）だけでなく、河道からの比高も考慮することが望ましい。そこで、河道からの比高を考慮した危険度を評価するため、災害データベースに実災害から推定した河道からの土砂移動範囲の比高差を追加し、危険度判定画面に表示させる機能を追加した。ただし、既往災害時の河道からの比高は地理院地図から読み取ったものであり、精度が十分でないと考えられるため、補足情報として取り扱うこととした（図 3）。

②周辺地形判断ツールの実装

山間部の溪流には、川幅が狭く、急峻な谷地形を呈しているものもある。こうした溪流では、土石流の危険性だけでなく、側岸から落石や崩壊が生じる危険性もある。落石等の発生規模を推定することは困難であることから、急勾配斜面から発生する恐れが高いものと考え、危険度判定実施箇所の周囲で最も急勾配となる方向を探索できる機能を追加した。加えて、調査中に出水や土石流の危険がある場合に、緊急的に溪流内から避難するための情報として、最も緩勾配となる方向についても探索できる機能を追加した。本機能では、地理院 DEM を活用し、危険度判定実施視点の周囲 360 度を 10 度ピッチで分割し、それぞれ 20 メッシュ先までを探索した場合の勾配から判定を行うこととした（図 3）。

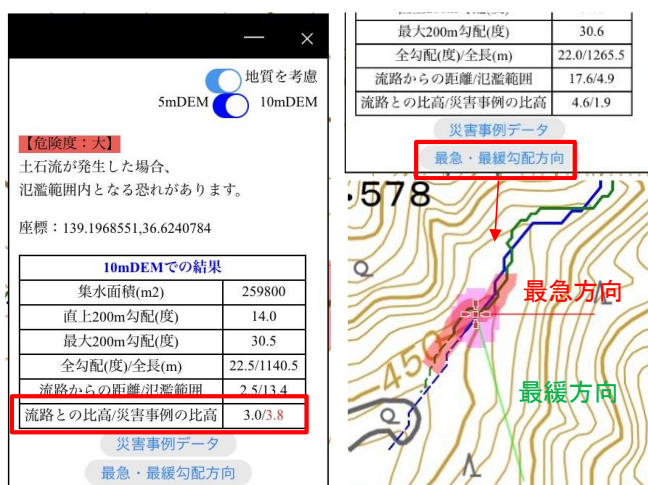


図 3 比高による危険度補足情報／最急・最緩勾配表示

2.4 土砂災害の潜在的な危険度の簡易判定の実装検討

土砂移動危険度簡易判定ツールは、調査を行う溪流に到達した際に使用することを想定しているが、現地に到達するルート上にも崩壊などの土砂移動の危険が存在する可能性がある。土砂災害の恐れのある範囲は、土砂災害警戒区域などとして「国土数値情報」に公表されており、これを確認することで範囲内外を目視で確認を行うことはできるものの、調査範囲が広域に及ぶ場合はデータ容量が大きくなり、スマートフォンなどの機器の動作に影響することが想定される。

そこで、全国三次メッシュごとにメッシュ内に含まれる土砂災害警戒区域及び土砂災害危険箇所の箇所数を事前に集計し、メッシュ内に含まれている区域・箇所数が多いものほどメッシュ内の潜在的な危険度が高いものと設定することで、当該メッシュを通過する際の危険度情報として使用者に提供するツールの実装を検討した。

潜在的な危険度の設定にあたって、土砂災害警戒区域等の数が「何個以上であれば危険」とする明確な根拠となる閾値は存在しないため、現時点では土砂災害警戒区域や土砂災害危険箇所の総数を等間隔で 5 区分してランク分けを行った。潜在的な危険度情報の提供方法は、土砂移動危険度簡易判定ツール使用者の操作を増やさないため、

危険度判定を行う際の地図の中心点を表す十字マークの色を変化させることで表現した。潜在的危険度は、危険度が高い順（A→E）に「危険度 A：赤，危険度 B：黄，危険度 C：薄緑，危険度 D：茶，危険度 E：黒」となるように設定した。また、必要に応じて危険度判定の根拠を参照できる設定とした（図 4）。



図 4 潜在的な土砂移動危険度の表示イメージ

2.5 現地検証の実施と課題の抽出

改良した土砂移動危険度簡易判定ツールを現地で使用し、ツールの有効性や使用時の課題などを整理した。現地検証には、TEC-FORCE 経験者を含む利根川水系砂防事務所職員と合同で実施した。

現地検証において、本年度改良したツールはいずれも使用可能であり、現地調査時の危険を回避するための情報として活用可能であることを確認した。また、土石流の危険がある山間部の溪流は携帯電話通信が不通となる場合が想定されるため、令和 3 年度に一部機能を実装していたオフライン版についても動作検証を行った。現地検証において得られた課題は以下のとおりである。

- 現在位置情報（移動ログ）の取得は、通信の頻度によりバッテリーの減りに関わるため、使用者がオン・オフを容易に切り替えられるようにすることが望ましい。
- オフライン版についても外部データのインポート機能を使用することが望ましい。

3. おわりに

本稿では、令和 3 年度から開発を進めてきた土砂移動危険度簡易判定ツールの機能改良結果を報告した。令和 5 年度の開発により、オンライン版の機能については現地使用が可能な段階となっていることが確認された。今後は日常的な現地調査訓練などの機会に活用し、改良を重ねていくことが期待される。また、電波が入らない溪流内での活用を想定し、オフライン版においてもオンライン版と同等の機能拡充と利便性向上を行うことが望ましい。また、現在のシステムでは主に令和元年と令和 2 年に発生した災害事例に基づき危険度判定を行っているため、今後発生する災害情報を追加し、データベースを更新することで、現地調査員の安全性向上により寄与するシステムとなるよう開発を進める予定である。