

統計的手法を用いた土石流流下距離推定に関する基礎的検討

山口大学大学院創成科学研究科 学生会員 ○江口 翔紀
山口大学大学院創成科学研究科 教授 正会員 赤松 良久

1. はじめに

近年、気候変動に伴う豪雨災害の激甚化に伴い、土石流による被害が多く報告されている。例えば、平成26年8月20日広島県広島市では、局地的豪雨に伴い同時多発的に大規模な土石流が発生し、死者74名を伴う甚大な被害が発生した。このような土石流災害の対策のためには、危険渓流における土石流の流出範囲の把握が必要である。土石流の挙動を把握する手法として土石流シミュレーションが挙げられ、実災害を対象に多くの研究に活用されており¹⁾など、実際に発生した土石流の流動・堆積過程を高精度で再現できることが示されている。しかし、このような土石流シミュレーションは多大な時間と労力を要するため、広範囲への適用は困難である。

したがって、本研究では、山口県を対象として、土石流シミュレーションを実施し、得られた結果を用いて構築した決定木により、危険渓流を対象とした土石流の流下距離を簡便に推定する手法を検討した。また、妥当性を検証するため、本手法による推定結果と平成30年7月豪雨における山口県岩国市の実災害記録を比較検討した。

2. 方法

(1) 土石流シミュレーションの方法

はじめに、iRIC の Morpho2DH ソルバを用いて、山口県内の土石流警戒区域に指定されている全 102 地点の危険渓流を対象に、土石流シミュレーションを実施した。地形データは国土地理院の 10m メッシュの DEM を 5m メッシュに内挿補間したものを用いており、植生や構造物などは考慮していない。計算条件は既往の技術報告書²⁾を参考にして、計算格子間隔は 2m とし、斜面崩壊面積は 5m×5m、深さ 0.3m で発生すると仮定した。なお、各危険渓流につき 1 つの計算域を作成し、各計算域で 1 か所の斜面崩壊箇所を設定した。最大浸食深さは土石流の挙動を見なが

キーワード 土石流, iRIC, 被害予測, 決定木, 数値解析, 危険溪流

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部 TEL 0836-85-9339

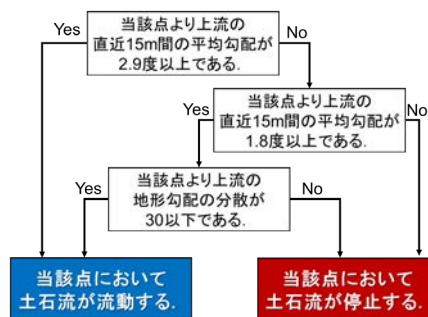


図-1 本研究により作成した決定木

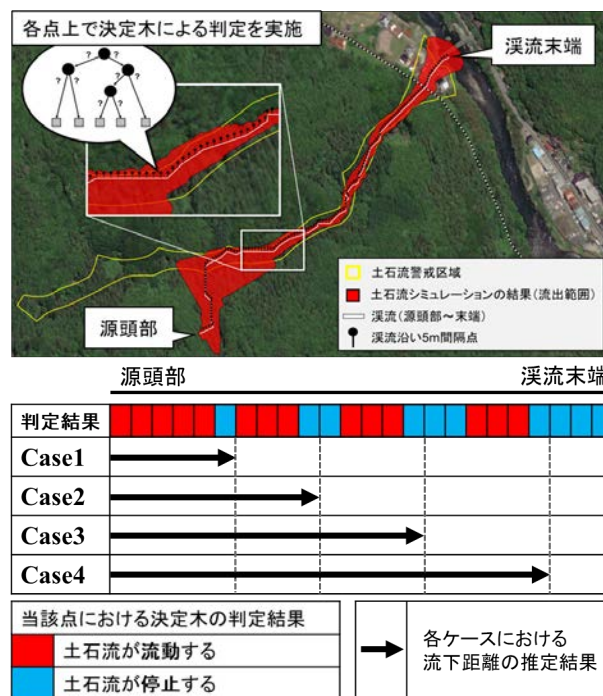


図-2 各ケースの土石流流下距離の推定例

ら 0.1m から 0.3m の間で設定し、河床材料の平均粒径は 0.01m とした.

(2) 決定木の作成方法

次に、各計算地点の溪流上に 5m 間隔で点群を発生させ、点上で標高や地形勾配を収集し、溪流ごとにそれぞれの分散や平均などの統計量を算出した。点上における、土石流シミュレーションによる土石流の到達有無を目的変数、上記で得られる各統計量を説明変数として、R の rpart ライブラリにより決定木を構築した。本検討で構築した決定木を図-1 に示す。

表-1 各ケースの土石流シミュレーションとの比較結果

	全102地点での土石流 流下距離の平均誤差率	過大評価 した地点数	過小評価 した地点数
Case1	0.307	5	97
Case2	0.247	8	94
Case3	0.139	10	92
Case4	0.127	16	86

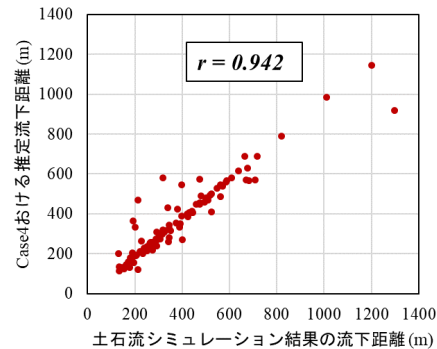


図-3 土石流シミュレーション結果と Case4 の比較

(3) 土石流の推定到達距離の算出方法

また、本決定木を各計算域の点群上の上流から下流に適用させ、以下の 4 ケースで土石流停止点を推定し、源頭部から停止点までを推定流下距離とした（例：図-2）。なお停止点は、Case1:決定木により 1 回停止と判定された点、Case2: 決定木により 2 回連続で停止と決定木で判定された点、Case3: 決定木により 3 回連続で停止と判定された点、Case4: 決定木により 4 回連続で停止と判定された点と推定した。

また、本手法の妥当性の検証のため、平成 30 年 7 月豪雨時の山口県岩国市における土石流流下距離の実災害履歴³⁾との比較を実施した。なお、使用データは、そのうち流下距離が長い上位 10 地点とし、それらの災害記録と本手法による推定結果を比較した。

3. 結果

土石流シミュレーション結果により得られた土石流流下距離と、決定木を用いて推定した各ケースの流下距離の全 102 地点における比較結果を表-1 に示す。これより、Case4 が最も土石流流下距離の平均誤差率が低く、流下距離の推定が高精度であったことが明らかとなった。なお、全ケースで推定が過小評価傾向であったが、地形勾配を基に判定をするため、土石流の慣性力を十分に考慮できなかったためと考えられる。土石流シミュレーション結果の土石流流下距離と、最も推定が高精度であった Case4 における

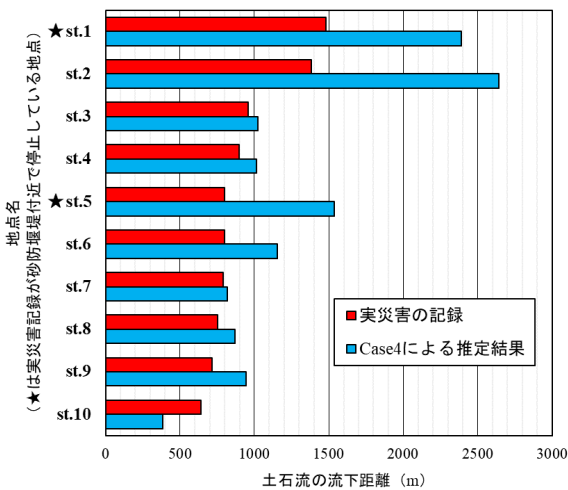


図-4 実災害の記録と Case4 の比較

推定流下距離の比較を図-3 に示す。これより、ピアソンの積率相関係数 r は 0.942 と非常に強い相関が認められ、本手法は土石流シミュレーション結果を高精度で再現できることが示された。また、実災害記録と Case4 の手法の比較を図-4 に示す。ここで、図-4 の各地点名は、実災害記録の流下距離が長い順にナンバリングしている。全体的に推定は過大評価傾向であり、流下距離の平均誤差率は 0.291 であった。これは、土石流シミュレーションで考慮していない、植生や砂防堰堤などの地形以外の諸量や、崩壊規模の違いが関係しているためと考えられる。また、st.10 では、実災害が地形勾配 1 度未満の平坦な箇所を流動しており、そのような箇所は、決定木により停止すると判定される傾向であり、土石流の流下距離が過小評価された。

4. 結論

本研究では、全 102 地点での土石流シミュレーション結果を用いて構築した決定木による土石流の流下距離推定手法を検討した。その結果、土石流シミュレーションの結果と非常に近い推定値を得ることが示された。また、災害履歴と比較すると、検証地点により推定精度にばらつきがあるが、本手法により、危険溪流沿いの土石流の流下距離をおおよそ把握できる可能性が示された。

参考文献

1) 竹林ら, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.75, No.1, 362-369, 2019.
2) 田中春樹, OGI Technical Reports, Vol.74, pp.39-44, 2016.
3) 国土地理院, 平成 30 年 7 月豪雨に関する情報, (2023/3/28 閲覧)
<<https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30.taihuu7gou.html#6>>