

AI を用いた小規模溪流の危険性評価 その1

西日本高速道路エンジニアリング四国(株) 正会員 ○内田 純二

西日本高速道路エンジニアリング四国(株) 正会員 橋本 燎 正会員 高畑 東志明

非会員 新開 和紀

1. はじめに

近年、異常降雨による土石流災害の頻発を背景に、NEXCO 西日本では1ha を超える溪流を優先し土石流発生危険溪流の抽出や対策を進めている。本論は四国の松山自動車道のの上野地区で令和2年に発生した小規模な土石流災害を契機とし、航空レーザ測量による数値標高モデル（以下、DEM）を用いて、AI による類似性に着目した小規模危険溪流の抽出方法について検討したものである。

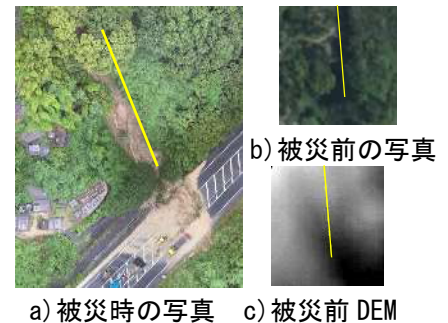


図-1 被災箇所の地形等

2. 斜面防災の課題と対応策

被災箇所の崩落前の地形を確認すると、図-2 に示す当該箇所の DEM 画像から作成した縦断面図は、沢部に崩壊前の土砂を確認でき、地表面に「こんもり」とした領域（以下、「凸領域」という）が確認できる。この自然斜面の遷急線は、侵食の強弱の境目であることから崩壊しやすいことが知られている。しかし、当該箇所のような類似箇所は道路沿線に多数存在し、全容の把握には膨大な時間と労力が必要となる。この課題に対し、本検討では被災箇所の崩落前の DEM データから教師画像を生成し、AI を用いた類似箇所の抽出を行った。なお、本箇所の崩壊土量 515m³ に対し、計算した土量は 518.7m³ と近似しており、DEM を活用することで、被災履歴のある被災前の類似地形を抽出できると考えた。

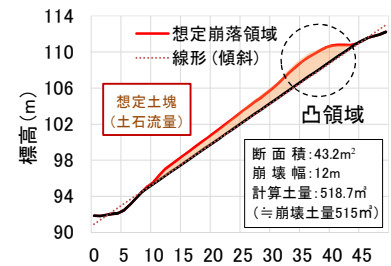


図-2 崩壊前標高と想定土塊 (図-1の黄色線上)

3. 抽出手法の検討

表-1 に示す手順で、被災箇所を含む被災箇所周辺の延長5km を対象とし、被災前の 1mDEM を用いて抽出方法とリスク定量評価の方法について検討した。はじめに被災前の DEM 画像を取得し被災箇所の画像を1枚の教師画像を取得して、被災箇所を 10m ずつずらした 4 枚の DEM を取得することで、5 枚の DEM を異常の教師データとした。これらの 5 枚の画像を方向性や左右対称性を考慮した合計 3,600 枚の画像を生成することで異常部の教師データを作成した (表-1 中 A①～⑤)。また、目視ではっきりとした特徴を示す健全データとして、被災地形と異なる箇所で代表的な 4 つの地形 (谷、尾根、斜面、平地) を選出した。それらを図-4 に示す。地形ごとに教師画像を 3,600 枚ずつ生成した (表-1 中 A⑥～⑨)。

表-1 中 B では準備した計 18,000 枚の教師画像と AI を用いて、5 種類の教師画像の特徴量から被災箇所を抽出する判別モデルを構築する。判別ロジックとなるディープラーニングには、既往の検討¹⁾などの画像認識で用いられている Convolutional Neural Network (以下、CNN) を採用した。CNN によって行われ

表-1 検討項目と手順

項目	内容	
A	被災画像	① 被災箇所を50m×50mで切出す ② 上下左右に10mずらした計5つの画像を準備 ③ 1度毎に回転させる ④ 左右反転させる ⑤ 合計3,600枚(5×360×2)の教師画像を生成
	分類画像	⑥ 被災地形以外の代表的な地形 (谷、尾根、斜面、平地) 画像を4つ選出 ⑦ 1度毎に回転させた画像 ⑧ 左右反転させた画像 ⑨ 4分類で合計3,600枚の教師画像を生成
B	AI抽出 (類似地形の把握)	① 対象画像を50m×50m毎に1mずつ照合 ② CNNの判別結果から被災地形に類似する領域を抽出 ③ 抽出箇所が被災画像より小さい(2,500m ²)箇所を小規模として除外
C	想定土石流量の表示	① 抽出箇所内の凸領域を強調画像により凸が大きい (危険度が高い) ほうから3段階表示 (赤、黄、青色) ② 3段階表示の各面積を算出し想定される土石流量を算出

る処理の一連の流れを図-4 に示す. CNN による画像処理では, 畳み込み層と呼ばれる画像の特徴判別を行い, プーリング層と呼ばれる, 設定した演算子やパターンによって判別した特徴を圧縮する. この流れで画像の特徴を抽出することを繰り返していき, 次の層へ進むに従い判別精度が向上する. CNN の主な特徴として, DEM のように与えられた画像の広い範囲から自動的に特徴を抽出して学習し, 判別モデルを構築することが可能である.

4. AI 抽出結果

図-5 に AI 抽出結果を示す. 被災箇所周辺の延長 5km 区間では, 被災箇所と代表地形の計 5 か所を抽出することができ, 被災箇所に類似した地形を異常個所として赤色で抽出した.

5. DEM による危険性評価

図-6 には抽出エリア内の凸領域がどの範囲にあるか可視化させた(表-1 中 C) のものを示す. 抽出エリアに存在する土石流発生を想定したリスクの定量化について検討していく. 抽出した領域内にある凸領域のエリアを算出するため, 微地形の特徴的な傾斜を強調させる画像処理を行い, 抽出画像に重ね合わせることで危険度を3段階(赤, 黄, 青色)で可視化した. この3段階の危険度表示の基準としては, 教師画像である被災箇所の地形画像に現れる凸領域を画像解析し, 3段階で分類した領域の高低差を DEM から確認したものとした. この危険度評価により, 凸領域である面積に凸高さを乗じることで, 想定される土石流諸量の算出も可能とした.

6. まとめ

本件では, 上野地区の被災箇所と周辺の地形において DEM 画像と AI を用いた類似性の抽出と想定される土石流諸量の算出を行った. 今回は教師データが上野地区のみであるため今後は新たに四国管内の DEM 画像を取得し, 地形・地質情報などを教師とデータとして反映を行い, 精度の向上と安全な高速道路の提供を目的とする防災・減災に向けた検討を進めていく予定である.

参考文献

- 1) 廣永厚友, 林詳悟, 橋本和明, 松田靖博, 全邦釘: 冬用タイヤ自動判別技術の開発, 土木学会第 74 回年次学術講演会, CS10-029/CS-5,DVD-ROM,2019

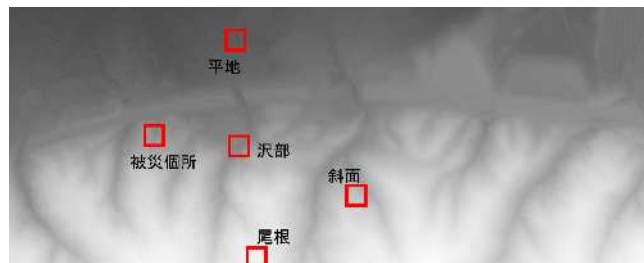


図-3 教師データ対象箇所

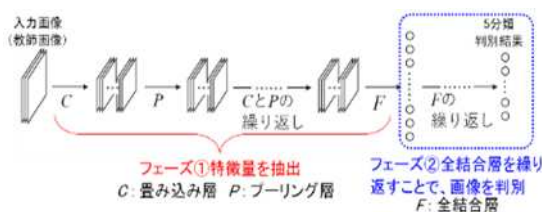


図-4 CNNの基本構造

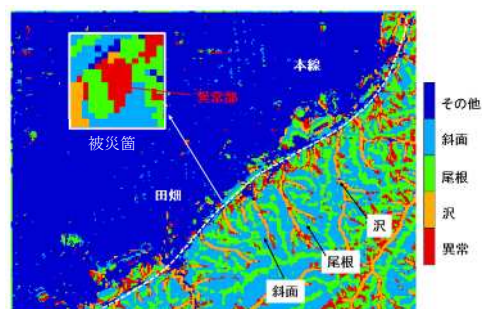
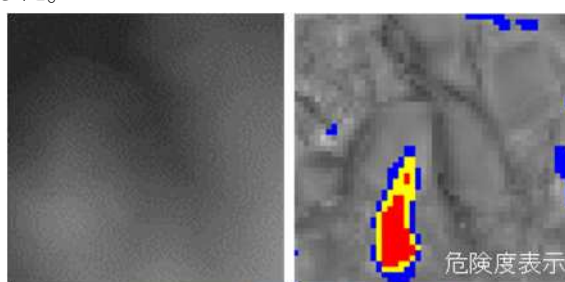


図-5 AI抽出結果



表示	赤色	黄色	青色	想定土石 流量(m ³)
凸高さ(m)	2.0	1.5	1.0	
面積	56	51	92	146

図-6 凸領域の危険性評価