

深層学習による崩壊発生危険斜面の判別

京都府立大学大学院 三好岩生，美濃羽靖，松田紋佳*，○藤尾郁登
（一財）砂防・地すべり技術センター 菊井稔宏，宮城昭博

*現所属：アジア航測株式会社

1. はじめに

これまでの多くの研究によって，斜面崩壊に影響する地形的要因に関する知見が蓄積され，崩壊危険地の判定にも応用されてきたが，崩壊危険地の判定技術はまだ十分に確立されていない。一方，近年になって砂防分野における深層学習等の新技術の活用が普及している。そこで本研究では，深層学習を用いて地形条件に基づいた崩壊発生危険斜面の判別を行い，その妥当性・有用性について検討した。

2. 解析方法

2.1 解析対象

解析対象は京都府全域において平成16年から令和2年に発生した斜面崩壊地（計154カ所）である。崩壊地の面積の中央値が780m²であり，いずれも降雨を起因とする小規模な表層崩壊である。崩壊地の形状は，京都府の4つの広域振興局と京都林務事務所によって森林計画図や治山事業実施計画表などに書き込まれていたものを使用した。

2.2 解析方法

京都府全域において，国土地理院の基盤地図情報をもとに5mメッシュのDEMを作成し，GISにより各メッシュの地形条件を解析した。崩壊発生に影響を与える主な地形条件は傾斜，凹凸（TPI），集水面積（累積流量），標高の四要素と考え，各メッシュを三つの地形条件が割り当てられたRGB（色の三原色）によって表現した。また，崩壊地のポリゴンを森林計画図等を用いて作成した。深層学習に供する画像として，崩壊地を中心とした160m四方の範囲を切り出した「崩壊パッチ」（計154枚）と，崩壊地の含まれていない160m四方の「非崩壊パッチ」（計154枚）を作成した。作成した崩壊パッチ，非崩壊パッチそれぞれ154枚を回転させたり左右反転させたりする処理を行って深層学習に供する画像とした。深層学習の学習アルゴリズムはAlexNetとGoogLeNetを用いた。作成したパッチデータの9割を訓練に用い，残り1割を

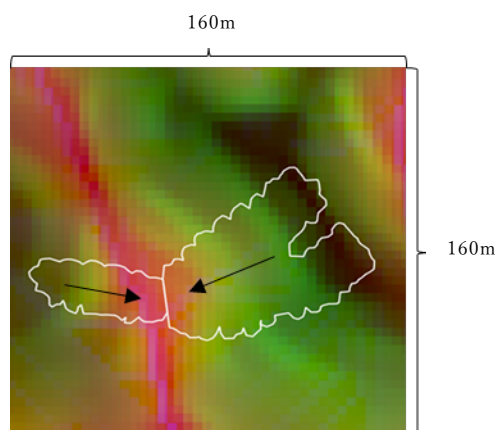


図1 崩壊地パッチの例



図2 非崩壊地パッチの例

評価することにより，未知事例に対する判別の正答率を求める。

3. 結果・考察

作成した崩壊パッチ，非崩壊パッチの例を図 1，2 に示す。崩壊パッチは上部より黒色（尾根）→緑色（斜面）→赤色（谷）となる特徴がみられた。深層学習による結果を用いた判別の正答率を表 1 に示す。表 1 に示したものの以外の画像を用いた解析結果も踏まえると，用いる地形条件やアルゴリズムによって正答率にばらつきがあるが，最大で 98% という高い正答率が得られた。これは従来の多変量解析による判別と比べても高い数値である（表 2）。

なお，今回作成した画像は熟練者なら崩壊地の判読が可能なものとなっており，定量的・機械的な判定ができる深層学習を用いたことで熟練者の判読と同様になることが考えられた。

表 1 未知事例に対する正答率

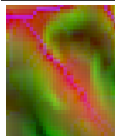
画像の種類	学習アルゴリズム	平均正答率
	TPI 傾斜角 累積流量	AlexNet 68.8%
		GoogLeNet 98.0%
	TPI 傾斜角 標高	AlexNet 93.2%
		GoogLeNet 97.1%

表 2 既往研究との判別制度の比較

著者	解析方法	正答率
笠ら	数量化Ⅱ類	78.8%
周ら	数量化Ⅱ類	68.3%
岩崎ら	判別分析	地域1 68.9%
		地域2 67.3%
菊地ら	深層学習	89.8%
本研究	深層学習	98.0%

4. おわりに

本研究では深層学習を用いることにより，高い正答率で崩壊地の判別が可能であることが示された。正答率はメッシュの着色に用いる地形条件やパッチの作成手法，用いるアルゴリズムなどによって変わるため，判別精度を上げるためには，これらの条件を慎重に選ぶ必要があることが分かった。今後さらなる事例研究を加えることによって適切な判別手法の確立をすすめる。

参考・引用文献

- ・菊地輝行，崎田晃基，秦野輝儀，吉川慶，西山哲，大西有三（2019）：深層学習による崩壊・非崩壊地の自動判別手法の開発，日本地すべり学会誌，Vol.56，No.5，p.255-263
- ・笠博義，小島尚人，大林成行，黒台昌弘（1992）：異なった斜面崩壊のタイプに対する斜面崩壊予測システムの適用性の研究，土木学会論文集，No.444，p.11-20
- ・周国云，横矢直道，陳光齊，北園芳人（2008）：GIS を活用した数量化理論による斜面崩壊ハザードマップ作成手法の開発と適用，応用地質，Vol.49，No.1，p.2-12
- ・岩橋純子，山岸宏光，神谷泉，佐藤浩（2008）：2004 年 7 月新潟豪雨と 10 月新潟県中越地震による斜面崩壊の判別分析，日本地すべり学会誌，Vol.45，No.1，p.1-12