

深層学習を利用した災害地形候補地 自動抽出手法の検討

赤色立体地図を用いた微地形判読結果学習の試み

社会インフラ技術部 高山 陶子・濱田 耕平
先端技術研究所 おだ 和夫・かくた 里美

はじめに

我が国では毎年多数の斜面崩壊、地すべり、土石流等の土砂災害が発生しています。その被害を低減していくためには、土砂災害発生リスクがある場所を精度良く抽出することが重要となります。

そのため、これまでも空中写真判読や地形図読図によって災害地形の特性を把握する取り組みが多く行われてきました。しかしながらこのような地形判読は、技術

者の経験や技術に大きく依存するため、判読結果にばらつきが大きいという問題があります。

そこで、航空レーザスキャナ（Airborne Laser Scanner, ALS）による詳細地形データから作成した微地形表現図（赤色立体地図）と判読データをもとに、人工知能（AI）アルゴリズムの1つである深層学習（ディープ・ラーニング）を適用し、災害地形候補地の自動抽出を検討しました。

手法の概要

従来手法では、統計的手法や力学的手法などの自動抽出手法が一部用いられているものの、技術者が空中写真判読等により災害地形を抽出するのが一般的です。災害地形の抽出には、対象があいまいで定義の難しい「特徴」を人間が定義する必要があるという課題がありました。

これに対し、深層学習は、「特徴」をコンピュータが自動的に見つけるため、「特徴」の定義を人間が行う必要がありません。

また近年では、航空レーザによる高精度地形データから微地形表現図を作成し、判読を行うことも行われています。立体表現手法の1つである赤色立体地図（特許第3670274号）^{*1}は、方向依存性がなく一画像で詳細に地形を表現できるため、精度よく地形判読を行うことが可能です（図1参照）。

そこで、赤色立体地図を学習データとして、pix2pix^{*2}を利用し、災害地形の深層学習を実施しました。

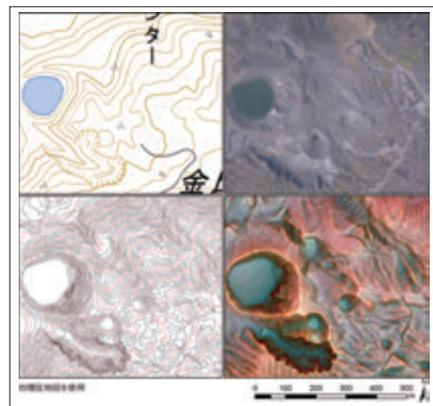


図1 特徴把握に使用する画像の例

左上：国土地理院の電子地形図（タイル）を掲載／右上：空中写真
左下：ALSデータから作成の1m等高線／右下：赤色立体地図

検討方法

新第三紀堆積岩類が分布する地すべり発達地域をモデル地域とし、図2の項目について、赤色立体地図をベースに技術者が判読した結果を正答として学習させました。

その際、地すべりや遷急線など、判読項目ごとに地形規模が異なることから、学習データの縮尺によって学習モデルに違いが出ることを推測し、3パターンの縮尺を設定して比較しました。各縮尺について、256 × 256pixelの画像440枚を学習用画像として用意し、別範囲の260枚の赤色立体地図画像を検証用画像としました。

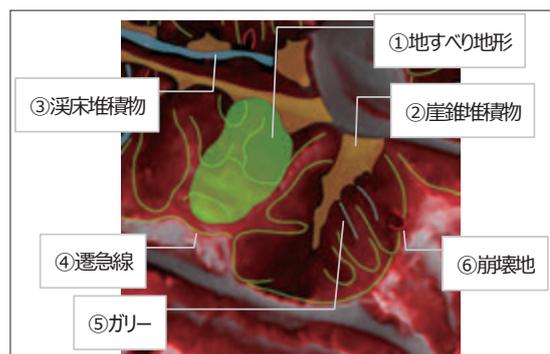


図2 判読項目と判読結果の例

検討結果

結果を図3に示します。技術者の判読と比較して、自動抽出の結果は小さめ、少なめに判読される傾向が見受けられました。一方で、技術者が抽出しなかった箇所を判読項目であると判断した箇所（誤抽出）は、ほぼありませんでした。

縮尺による違いについて、大縮尺（ $S=1/2,500$ ）では地すべりブロックがあまり抽出されていないのに対し、 $S=1/5,000$ では、技術者の判読と比較的近い範囲で抽出されました。一方で、遷急線など規模の小さい地形については、 $S=1/10,000$ など小縮尺のモデルでは抽出できなくなる傾向がみられました。

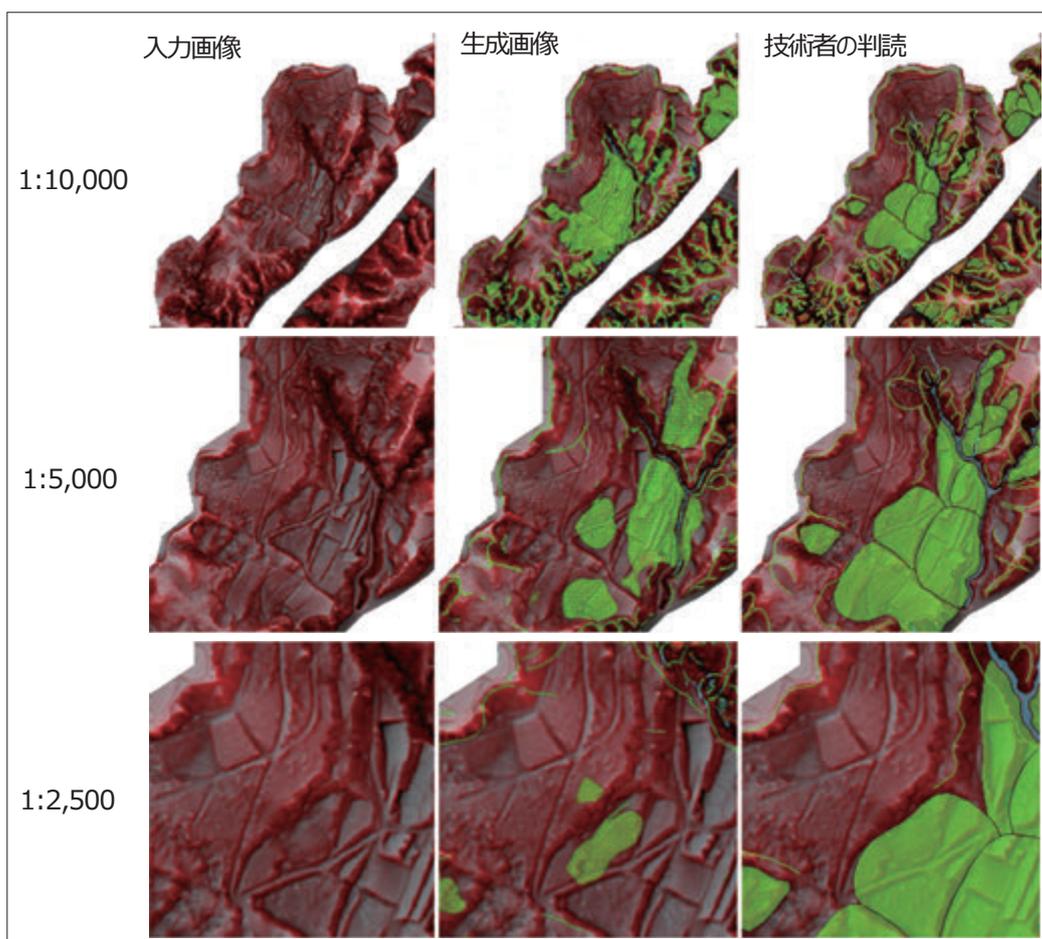


図3 深層学習による自動抽出結果例

おわりに

災害地形候補地の完全な自動抽出を現状で実現することは難しいものの、明瞭な地すべり地形や遷急線など、赤色立体地図上で技術者が容易に判読できる地形は、自動抽出がある程度可能となっていることがわかりました。

同一地形でも、学習用画像の縮尺によって抽出可能な場合と不可能な場合があり、判読対象とする地形の規模によって、最適な縮尺があると考えられます。

今後は、以下のような項目について検討を行い、事例を蓄積することで、土砂災害リスク地形の自動抽出精度が向上し、効率的に漏れなく危険箇所を把握できることが期待されます。

- ・異なる地形・地質での検討
- ・適用範囲の確認
- ・最適なスケール
- ・同一箇所の複数技術者による判読の比較

* 1 千葉達朗・鈴木雄介 (2004) : 赤色立体地図—新しい地形表現方法—, 応用測量論文集, Vol.15, pp.81 ~ 89

* 2 Phillip Isola, et.al. (2017) : Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks, Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2017