

ディープラーニングを用いた地すべり地形抽出の支援システムに関する研究

研究予算 : 運営費交付金
 研究期間 : 平 29～平 30
 担当チーム: 地すべりチーム
 研究担当者: 藤平大、櫻本智美

【要旨】

従来から地すべり地形は熟練した技術者が判読しているが判読結果は個人差を伴い、また作業には多くの労力を要する。本研究では、地すべり地形抽出の支援システム開発の実現に向けて、既往の地すべり地形をディープラーニングに学習させて、地すべり地形抽出を試みた。また、教師データの量や質が地すべり地形の抽出結果に与える影響に着目し、地すべり地形抽出の支援システムの開発における留意点として整理した。

キーワード: 地すべり地形、ディープラーニング、数値標高モデル (DEM)

1. はじめに

従来から地すべり地形は熟練した技術者が判読しているが、その結果は個人差を伴い、また、作業には多くの労力を要する。

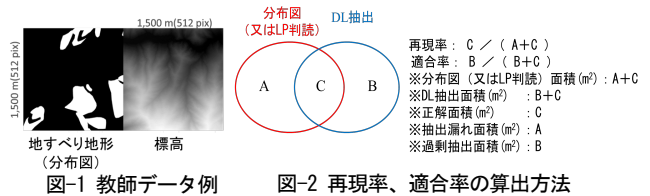
一方近年は航空レーザ測量による詳細なデータ（以下、LP データ）の取得が可能になり、これらを用いた地すべり地形判読の有効性が評価されている¹⁾。

そこで土木研究所と民間企業4社で共同研究を実施し、ディープラーニング（以下、DL）の一つである畳み込みネットワークを用いて、LP データから地すべり地形の自動抽出を試みた²⁾。その中で教師データの量や質が地すべり地形の抽出結果（以下、DL 抽出）に与える影響に着目し、DL 抽出における留意点として整理した。

2. 手法

2.1 教師データの量に関する検討

DL の学習には大量の教師データが必要である。本検討の目標は LP データから作成した地形量図を判読した地すべり地形（以下、LP 判読）の抽出であるが学習に用いることができる LP 判読のデータは少ない。そこで大量のデータが存在する地すべり地形分布図⁴⁾（以下、分布図）を学習させてモデルを構築し（図-1）、分布図に対する DL 抽出の精度を評価した。次に分布図を学習させたモデルに LP 判読を追加学習させてモデルを再構築し、LP 判読に対する DL 抽出の精度を評価することにより、少ないデータでも地すべり地形の抽出が可能かを調査した。学習には分布図 609 枚、LP 判読 50 枚を用いた。モデルの精度評価には再現率と適合率を指標として用いた（図-2）。



2.2 教師データの質に関する検討

地すべり地形の形状は滑落崖や移動体が明瞭なものから複雑で不明瞭なものまで多種多様である。そこで教師データとして学習させる地すべり地形を比較的明瞭なものに限定し、かつ、画像を水増しすることにより精度を向上させることが可能かを検討した。

具体的には DL に分布図の全てのデータを学習させたモデルと分布図のデータの中から明瞭な滑落崖を有する地すべり地形（図-3）のみ学習させたモデルを構築して、精度を比較した。前者のモデルでは学習させる領域をグリッド分割して教師データを作成した。学習枚数は 885 枚であった。後者のモデルでは地すべり地形が大きく欠けた画像は除去し、地すべり地形頭部を含んで概ね 50%以上の画像のみを教師データとして学習させた。また、データ数を増やすためグリッド分割をスライド分割に変更した（図-4）。教師データの枚数は 1021 枚であった。前者と後者のモデルの精度評価には再現率、適合率を指標として用いた（図-2）。

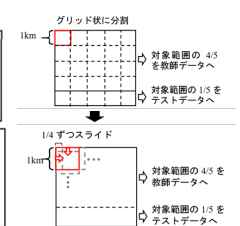
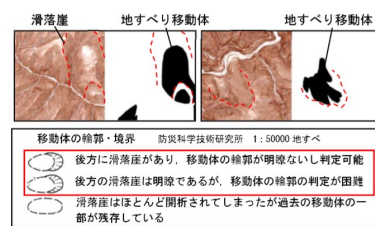


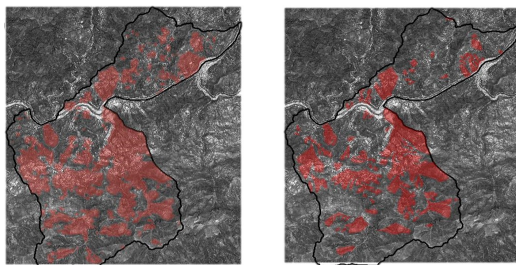
図-3 教師データ例と選別 (赤枠)

図-4 分割方法の変更

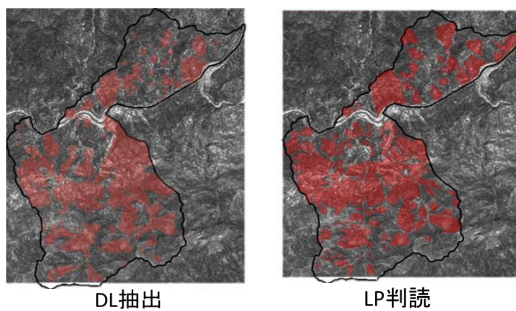
3. 結果

3.1 教師データの量と精度

図-5 に分布図を学習させたモデルによる DL 抽出と分布図を示す。分布図に対する再現率は 0.89、適合率は 0.52 と再現率が高い。図-6 に LP 判読を追加学習させたモデルによる DL 抽出と LP 判読を示す。LP 判読に対する再現率は 0.54、適合率は 0.52 であり、前者のモデルと比較すると適合率に大きな差異はないが、再現率は低下した。これは LP 判読の学習枚数が分布図に対して著しく少なく、LP 判読よりも分布図の特性をより学習していたため、LP 判読に対する再現率が前者のモデルほど上がらなかったと考えられる。



DL抽出 分布図
図-5 分布図を学習したモデルによる DL 抽出と分布図



DL抽出 LP判読
図-6 LP 判読を追加学習したモデルによる DL 抽出と LP 判読

3.2 教師データの質と精度及び抽出漏れの特徴

分布図全てを学習させたモデルの再現率は 0.13、適合率が 0.10 であった。一方、明瞭な滑落崖を有する地すべり地形のみ学習させたモデルでは再現率が 0.38、適合率が 0.50 であり、前者のモデルに対して再現率、適合率ともに向上した。ただし、後者のモデルによる DL 抽出では明瞭な滑落崖や移動体の輪郭を持たない、又は大部分が欠けているような学習データに含まれない地すべり地形は抽出できない傾向が見られた。



DL抽出 分布図
図-7 抽出漏れ事例 (○印)

4. 地すべり地形抽出支援システムの開発に向けて

本研究にて DL により地すべり地形を抽出する場合、

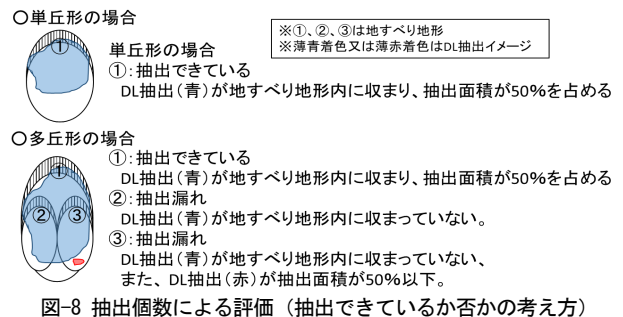
以下に留意する必要があることがわかった。

①学習に使う訓練・検証データの枚数が多いほど DL は特性を良く学習する。②学習に使う地すべり地形を明瞭なものに限定し、かつ、データ量を水増しする等により DL 抽出の精度は向上するが教師データに含まれない不明瞭な地すべり地形は抽出されなくなる。

以上より DL を用いて地すべり地形を抽出するには、目標とする地すべり地形の特徴を明確にし、類似した地すべり地形を十分に学習させる必要がある。

また、DL では再現率や適合率によりモデルの汎用性を評価するのが一般的であり、全体的に正解データにどれだけ近いかを示す指標としては有効である。しかし、地すべり地形判読の効率化のためには、全体的な評価のみでなく、地すべり地形毎に斜面を抽出できているかを評価する必要がある。

本研究の DL 抽出ではピクセル単位で地すべり地形か否かを判定し、まとまった斜面を地すべり地形として抽出した。今後は抽出個数という概念を導入して地すべり地形毎に DL 抽出面積が 50%を超えたものを評価するなど、地すべり地形単位での自動抽出の検討も重要と考えられる (図-8)。



参考文献

- 1) 石井靖雄、西井綾子、武田大典：航空レーザ測量データを用いた地すべり地形判読用地図の作成と判読に関する手引き(案)、土木研究所資料、第 4344 号、2017
- 2) 武田大典、篠原崇之、下村博之、櫻本智美、藤平大、杉本宏之：地すべり地形自動抽出のための深層学習(Dilated U-net)を活用した応用研究、第 58 回 2019 年度日本地すべり学会研究発表会、2018
- 3) 古木宏和、稲垣裕、一言正之、藤平大、櫻本智美：ディープラーニングによる地すべり地形の自動抽出—精度と教師データの関係、地盤工学会誌、Vol.67 No.6 Ser.No.737、pp.20~23、2019
- 4) 防災科学技術研究所、地すべり地形分布図データベース、http://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/landslidemap/index.html