P-164

ディープラーニングと赤色立体地図を用いた微地形自動判読手法の検討

アジア航測株式会社　○高山陶子，濱田　耕平，花井　健太，織田　和夫，角田　里美

１．はじめに

近年，人工知能（AI）の利活用が進んでいるが，砂防分野での導入事例は少ない。従来，土砂災害の危険がある場所を抽出するには，専門技術者が空中写真や地形図，地形表現図の判読によって特性を把握することが多いが，ここにAIを適用できれば，効率化，高精度化が期待できる。

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地形表現図（赤色立体地図）と判読データをもとに，AIの１つであるディープラーニング（深層学習）を適用し，微地形の自動判読可能性について検討した。

２．検討手法

ディープラーニングとは機械学習の手法の一つである。従来の機械学習では，対象を識別するための「特徴」を人間が定義する必要があったが，ディープラーニングでは「特徴」を機械が学習データから自動的に抽出する点が異なっている．このため，地形判読のように，言葉による定義が困難な事象への効果が高いと考えた。

ディープラーニングを行うにあたって，入力画像と出力画像のセットからなる学習データを作成すれば，機械学習モデルの構築と機械判読ができる pix2pix を使用した。pix2pix とは Generative Adversarial Network（敵対的生成ネットワーク）の手法を基にして，入力画像から出力画像を生成するアルゴリズムである。

入力画像には，ALS 計測により取得した 1m 解像度の数値地形データ（Digital Elevation Model, DEM）から赤色立体地図（NETIS　SK-130008-A）を作成し，さらに技術者による地形判読データを GIS 化して重ね合わせたものを用意した。

３．検討項目

土砂災害は土石流やがけ崩れなど形態からいくつかに区分されるが，そのうち，微地形要素からその兆候を比較的読み取りやすい「大規模崩壊」（地すべりを含む）について，関連する微地形の抽出可能性を検討した。一般に大規模崩壊はその発生前に長年の重力影響による地形の変化（二重（多重）山陵や円弧状クラック等の微地形）が生じると考えられている[1)]。

図-1 の模式図に示される微地形要素のうち，「二重山稜等（多重山稜，幅の狭い線状凹地，山向き小崖を含む）」「岩盤クリープ斜面」「地すべり地形」を検討の対象とした。それぞれの代表的な地点を図-2～4 に示す。

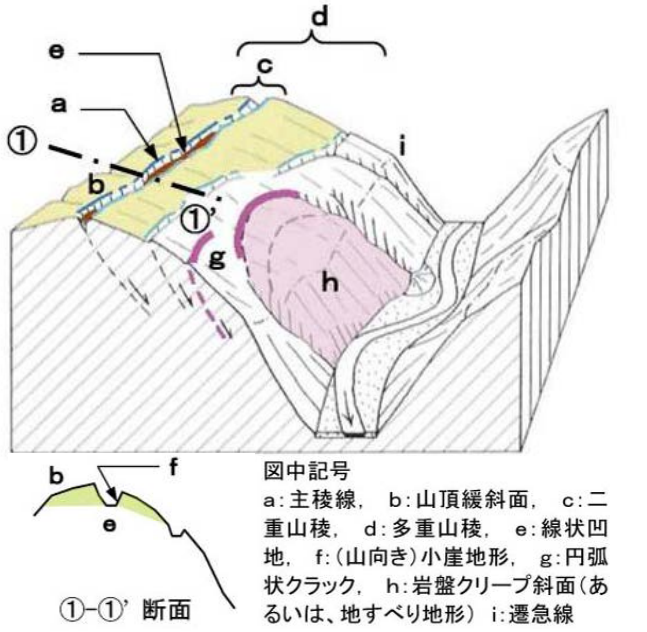

図-1 深層崩壊の発生に関連する微地形要素の位置関係（模式図）[2]

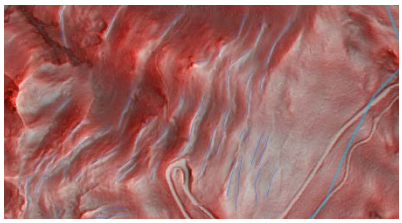

図-2　二重山稜等の例

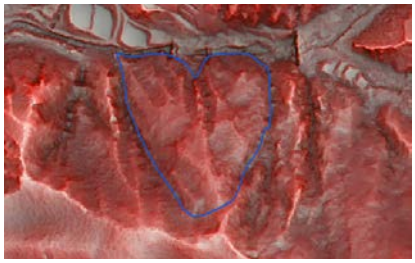

図-3　岩盤クリープ斜面の例

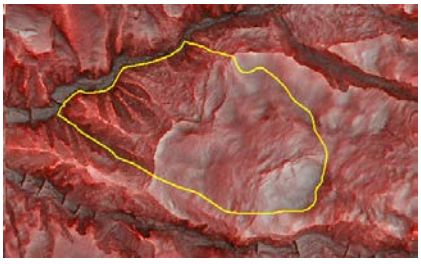

図-4　地すべり地形の例

４．検討結果

検討対象とした微地形要素について，ディープラーニングにより抽出を試みた結果を図-5 に示す。学習は，微地形要素ごとのほか，地すべり地形と岩盤クリープ斜面を両方一度に与えた場合の 4 ケースで実施した。また，画像の範囲（縮尺）を数パターン変化させて，解析結果に違いがあるかを確認した。その結果，次のようなことがわかった。

- 二重山稜等はほぼ自動抽出できなかった。二重・多重山稜や山向き小崖など，規模の異なる地形を一括していることや，線的な構造であることなどが理由として考えられる。
- 地すべり地形や岩盤クリープ斜面は，概ね同様のエリアが抽出できた。ただし抽出の範囲がやや狭くなる傾向がある。
- 地すべりと岩盤クリープ斜面を同時に学習させた結果では，大多数は正しく判別されたが，違う区分となった箇所もある。
- 微地形が画像全体に含まれるよう，適切な解像度の設定が必要であると考えられる。

５．まとめと今後の課題

現状で，技術者が判読した地形を完全に自動抽出することは難しいが，明瞭な地すべり地形など，赤色立体地図上で技術者が容易に判読可能な地形については，ある程度抽出できていた．

ただし地形は人工構造物と異なり，画一の規格に当てはめることが難しい。同一の微地形要素であっても，地質等の地域特性などにより，その規模や形状は異なることが想定される。また，教師となる判読データにばらつきがある場合も大きな誤差要因となる。

また二重山稜等は，技術者による目視判読では特徴的な地形とみなされたものの，自動抽出は困難であった。逆向きの遷急線と遷緩線の組み合わせなど，教師データの与え方に工夫が必要である可能性がある。

今後は事例を積み重ね，対象とする微地形要素に応じた最適な解析縮尺（解像度）や教師データの設定方法，解析結果の適用方法などについて，検討を進めていくことが望まれる。

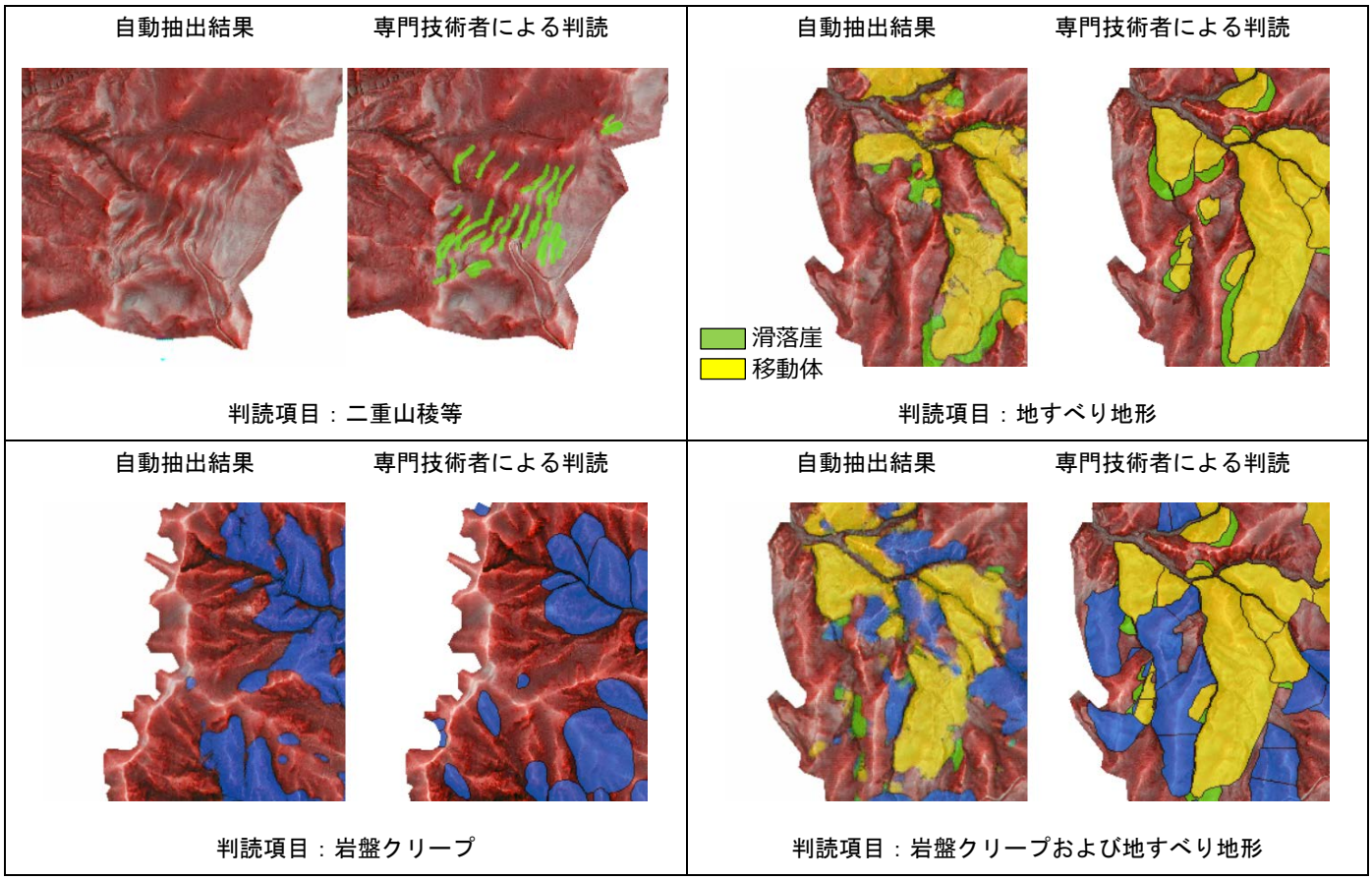

図-5　ディープラーニングによる微地形要素の抽出結果

1) 土木研究所：深層崩壊の発生する恐れのある斜面抽出技術手法及びリスク評価手法に関する研究，土木研究所資料 第 4333 号，参考-1，2015

2) 土木研究所：深層崩壊の発生の恐れのある渓流抽出マニュアル(案)，土木研究所資料 第 4115 号，p.10，2008