

深層学習による空中写真からの侵食地形判読-桜島を教師データとした他火山への適用性

日本工営(株)○古木宏和, 田方智

国土交通省九州地方整備局 九州技術事務所 熊井教寿, 黒木 隆, 姫野徳人

1. はじめに

火山噴火に伴い火山灰や火砕流が堆積した流域では、噴火後の降雨時に土石流が発生することが指摘されている¹⁾。これは、火山灰で覆われた地表面が降雨に伴う表面流により斜面や河道を侵食するためである可能性が指摘されている²⁾。このため、図1に示すように降灰を伴う噴火後に、リル・ガリーの形成・発達箇所を迅速に把握することで土石流に対する緊急的な対応や効果的な予防等の災害リスクを低減できる可能性がある。

堤ら³⁾は、リル・ガリーの形成・発達場を迅速かつ効率的に把握することを目的として、深層学習を用いて空中写真からリル・ガリー地形の判読試み、一定の正解率でリル・ガリー地形の自動抽出が可能であることを示した。この継続研究として筆者らは、桜島で作成した教師データを霧島や雲仙岳において、リル・ガリー地形の抽出結果を比較することで桜島教師データの適用性を検証し、汎用的な学習データとするための考察を行った。

2. 学習データの作成

2.1 教師データ

教師データは、堤ら³⁾で用いた鹿児島県桜島のレーザープロファイラー地形測量から作成したものをを用いた(図2)。リル・ガリー地形は、ラプラシアン値の色調表現した。図2(中)のラプラシアン地形解析図は青が凸状地形、赤が凹地形として表現されている。図2(中)から、凸状地形を除外し、平坦～凹状地形として0～プラス値のみが表示されるよう加工し、凹状地形のみを表示したものが図2(下)となる。図郭のスケールは測量図の精度とリル・ガリー地形の規模を踏まえて、1辺約200mとした。また、教師データは、汎用性を考慮し、図を分割する際、スライド、回転等で教師データの拡充を行い、20000枚とした。

2.2 検証データ

検証データは、霧島と雲仙岳の平成18～30年度のデータを用いた。桜島と同様に、レーザープロファイラー地形測量データとなる。桜島で作成した教師データ画像とスケール、ピクセル数が同様となるよう調整し、画像を分割した。図3に分割範囲の例を示す。霧島・雲仙岳ともに、検証データは黄色の枠で示す範囲とし、検証のためのラプラシアン地形解析図も、図2の桜島と同様の計算条件にて算出し、図4のように作成した。

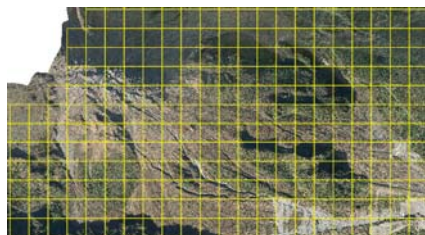


図3 雲仙岳、霧島の画像分割イメージ(左:雲仙岳, 右:霧島)

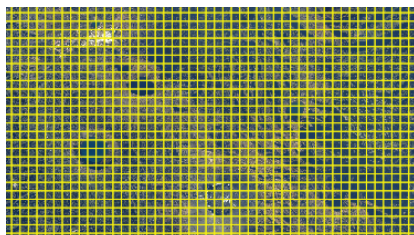


図4 雲仙岳のラプラシアン地形解析図例

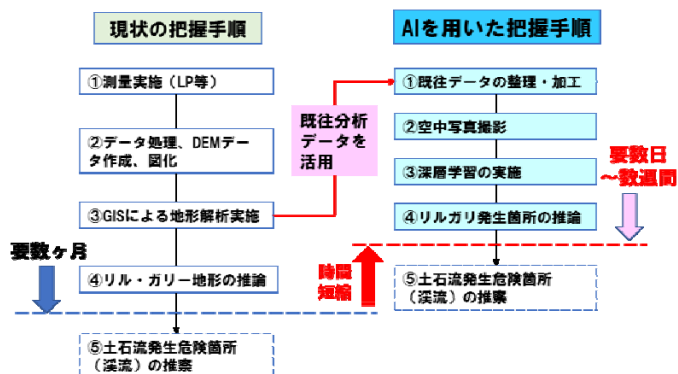


図1 土石流発生場把握における人工知能を用いる利点

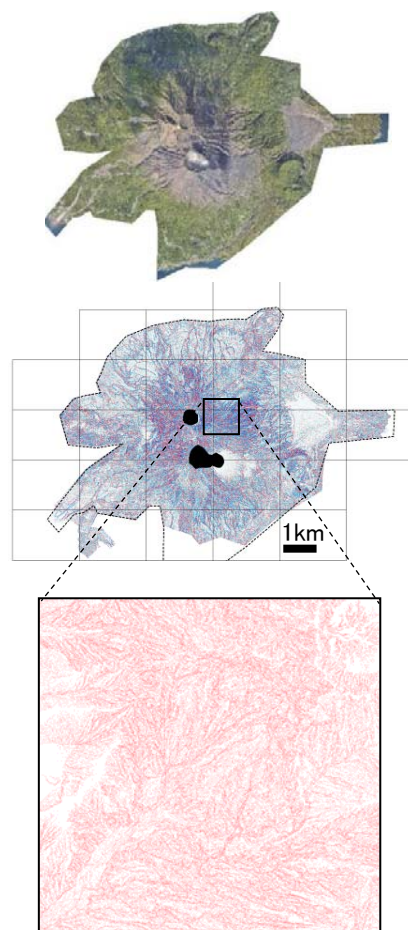


図2 桜島火山の空中写真(上)・ラプラシアン地形解析図(中)・凹地形表現図(下)

3. 画像生成結果 - 桜島教師データを他火山へ適用

本検討において、深層学習による画像生成には、画像系のAIとして知られるpix2pix⁴⁾を用いた。pix2pixは、図5のように、対となる画像の関連性を学習した上で、「画像で入力」し、「画像で出力」する事で、視覚的に認識している特徴を持った画像をそのまま学習させることができる利点がある。pix2pixの学習と推論の実行環境や、設定したパラメータは堤ら³⁾を参照した。

pix2pixにより生成された推論画像を、図6に示す。降灰・侵食サイクルが大きい(新しいリル・ガリー地形が形成されやすい)と考えられる火口付近の画像について、地形解析図との対比を行ったところ、色調が濃い、すなわち曲率が大きな部分は比較的良く凹状地形が抽出できていた。対して、地形解析図において色調が薄い(曲率が小さい)箇所の再現性は低い結果となった。正解率は、6~7割程度であった。

4. 考察 - 地形解析図とAI推論画像の差異

雲仙岳、霧島は、桜島と比べて正解データとしたラプシアン値の分布は低い値が広い面積を占めているため、全体に白色を帯びた画像となっている。これは、地形地質、侵食環境、降灰厚、火山灰の性質等が異なるためであると考えられる。桜島の教師データは、降灰から間もない(植生が繁茂していない)比較的新しい時期の裸地斜面の明瞭な侵食地形を抽出しやすい傾向がある。このため、降灰後の降雨直後に形成される明瞭なリル・ガリーへの適用性が高くなる可能性がある。より汎用性の高いデータとする場合の課題は、侵食地形を抽出したい範囲やラプシアン値の閾値設定、降灰前地形(古い尾根、谷地形等)との差分を検討するなどが考えられる。

5. まとめ

本検討では、桜島で作成した教師データの他火山への汎用性の検証として、霧島・雲仙岳への適用を試みた結果、桜島特有の降灰斜面の明瞭なリル・ガリー地形が6~7割程度の精度で抽出された。桜島教師データは、降灰後の降雨により形成される、比較的新しく明瞭なリル・ガリー地形を捉えるに適した学習モデルであると考えられる。汎用性の面では、火山噴火後の降灰斜面等範囲の絞り込み、閾値の設定などが考えられる。

一方で、本研究を含む一連の検討でリル・ガリー地形の形成場の抽出が可能となったことから、今後はその面積から土砂量への換算等、定量的な評価・検証を行い、地形抽出からの土石流発生場予測、リスク評価等、実用化に向けた取り組みを進める。

引用文献

1. 例えば、池谷浩：雲仙・水無川の土石流発生機構について、新砂防, Vol.47, No.2, p.15-21, 1993.
2. 山越隆雄・仲野公章・渡正昭・水山高久・千葉達朗：2000年三宅島噴火後の雄山山腹斜面におけるガリー形成特性，砂防学会誌, Vol.55, No.5, p.40-48, 2003.
3. 堤宏徳，岡崎敏，山本陽子，古木宏和，田方智，地形解析図を教師とした深層学習による空中写真からの侵食地形抽出の試み，2019年度砂防学会研究発表会概要集，p709-710, 2019.
4. Phillip Isola・Jun-Yan Zhu・Tinghui Zhou・Alexei A. Efros, Image-To-Image Translation With Conditional Adversarial Networks”, CVPR2017, pp.5967-5976, July 2017.

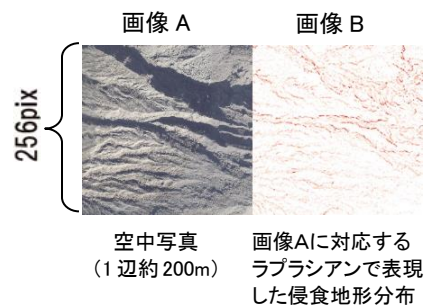


図5 教師画像例(桜島)

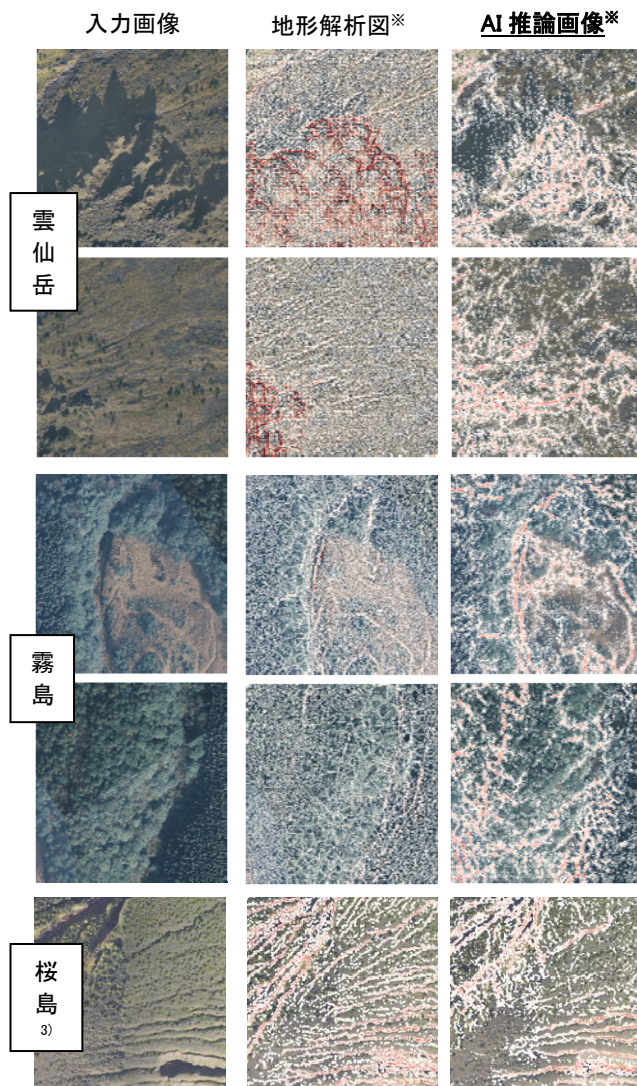


図6 生成画像例 ※背景に空中写真を重ねたもの