

降雨に対する斜面の脆弱性評価に関する研究（第1年次）

実施期間

令和元年度～令和7年度

地理地殻活動研究センター

地理情報解析研究室

遠藤 涼

岩橋 純子

中埜 貴元

大野 裕幸

1. はじめに

本研究は、過去に発生した降雨による斜面災害を対象として、斜面災害箇所での降雨量・地形・地質・植生等の関係性について整理すると共に、地形解析に関する新技術を取り入れ、危険性評価に必要なパラメータや基礎データ及びそれらの整備手法を検討し、降雨による斜面災害の危険性の評価方法等を確立することを目的に実施するものである。

2. 研究内容

令和元年度は、山体重力変形地形について、その広域的な分布領域を推定する検討を行った。山体重力変形地形は、深層崩壊や大規模な地すべりと密接に関係があることが指摘されている（例えば、Chigira, 1992）ため、この地形を把握することは、斜面災害発生リスクのある箇所の把握において非常に重要である。従来、山体重力変形地形の分布は、航空写真判読や航空レーザ測量から作成された地形モデルの判読など、人間の目による判読によって明らかにされてきた。しかしながら、この方法では広域的な地形の判読・認定を行う際には、多大な労力が必要になるという課題がある。

そこで本研究では、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）と深層学習を用いて、山体重力変形地形の可能性のある地形を含む領域を広域的に推定する分類器を作成した。本研究では、国土地理院がウェブ公開している日本の傾斜量図の地図タイル画像（256×256ピクセル、ZL15）を用いて、各タイルにおける山体重力変形地形の有無の判別を試みた。傾斜量図を選択したのは、5mDEMあるいは10mDEMから日本全国で作成されたものであり、また図-1のように、傾斜量図上で山体重力変形地形を比較的容易に判読できるためである。学習用データとして、東北地方から近畿地方の傾斜量図のタイル画像を人間が判読し、山体重力変形地形が含まれる画像、含まれない画像に2分類した画像群を作成した。作成した学習用データ数は546である。また、検証用データとして、四国地方において学習用データ作成時と同様に2分類した画像群を作成した。作成した検証用データ数は210である。CNNには、Inception-v3（Szegedy, 2016）を用いた。

さらに、作成した分類器の精度評価を、検証用データを用いて実施した。分類器は、傾斜量図タイル画像を入力すると、タイル画像中に山体重力変形地形が含まれる確率を返す。本研究では、その確率が0.5以上であったタイルを、山体重力変形地形が含まれていると推定されたタイルとみなして評価を行った。また、分類器を用いて山体重力変形地形が含まれる確率の分布図を作成し確率、それを色別標高図、傾斜量図、表層地質図（国土交通省の20万分の1土地分類基本調査）および地すべり地形分布図（防災科学技術研究所）と比較した。九州地方を対象としたのは、火山や付加体など異なる地質が分布する山地が分布するためである。

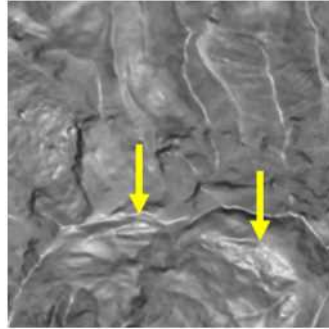


図-1 山体重力変形地形が含まれる傾斜量図タイルの例. 矢印の部分が顕著な山体重力変形地形である.

3. 得られた成果

検証用データに対する分類器の再現率は 83%であり、タイル中に山体重力変形地形が含まれている場合、分類器は一定程度当該地形を認識することができるといえる。しかしながら、適合率は 66%であり、山地域でかつ山体重力変形地形が含まれていないタイルの場合、当該地形が含まれていないにもかかわらず、当該地形が含まれていると誤分類しやすい。

九州地方を対象に分類器を用いて作成した山体重力変形地形が含まれる確率の分布図を図-2に示す。図-2と色別標高図（図-3）と比較すると、山体重力変形地形は九州山地に主に分布していると推定された一方で、阿蘇山、桜島、雲仙普賢岳といった火山地域においては、ほとんど分布していないと推定された。これは、九州山地には山体重力変形地形が分布している（例えば、岩松・下川，1986）ことと整合的である。また、山体重力変形地形は、標高の高い地域に分布する傾向にあることが指摘されているが（例えば、八木，1981）、大隅半島、天草諸島、甌島といったあまり標高が高くない地域にも分布していると推定された。一方で、図-2と傾斜量図（図-4）を比較すると、山体重力変形地形は九州山地や鰐塚山地、大隅半島といった、勾配が急な斜面が分布している地域に多く分布していると推定された。山体重力変形地形が含まれる確率の分布図と表層地質図について、GISを用いて重ね合わせ解析を行い、地質ごとに集計すると、固結した堆積物、固結堆積岩、深成岩、変成岩の領域の順に、山体重力変形地形が含まれる確率が高いと推定されたタイルの割合が高かった。地すべり地形分布図についても同様にGIS解析を行うと、山体重力変形地形が含まれる確率が高いと推定されたタイルほど、地すべり地形が含まれる割合が高かった。

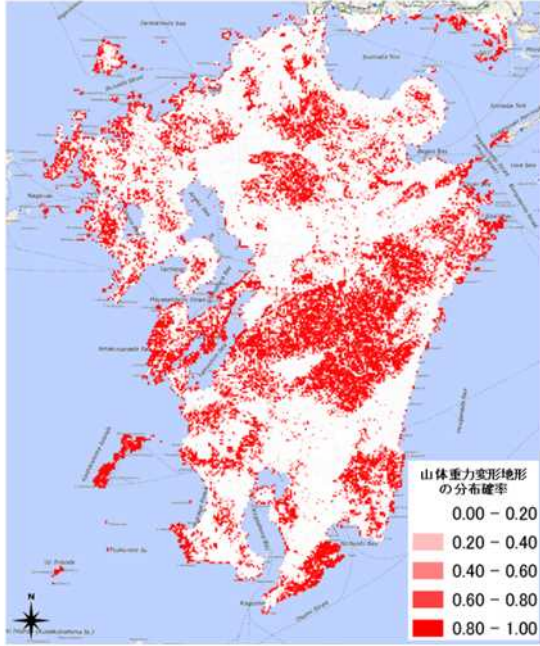


図-2 山体重力変形地形が含まれる確率の分布図

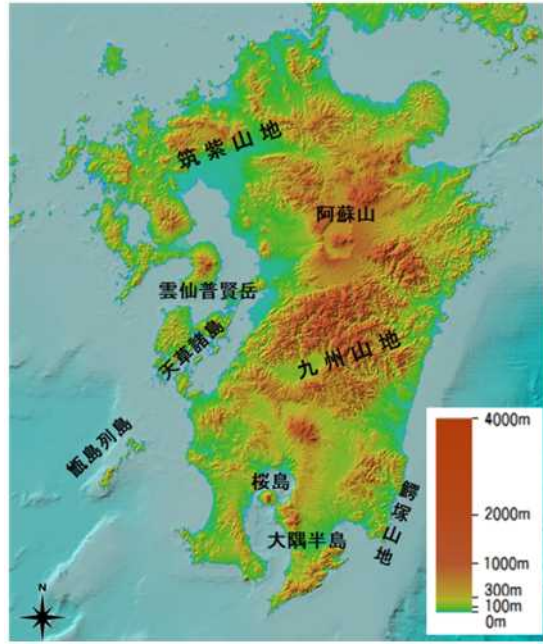


図-3 色別標高図

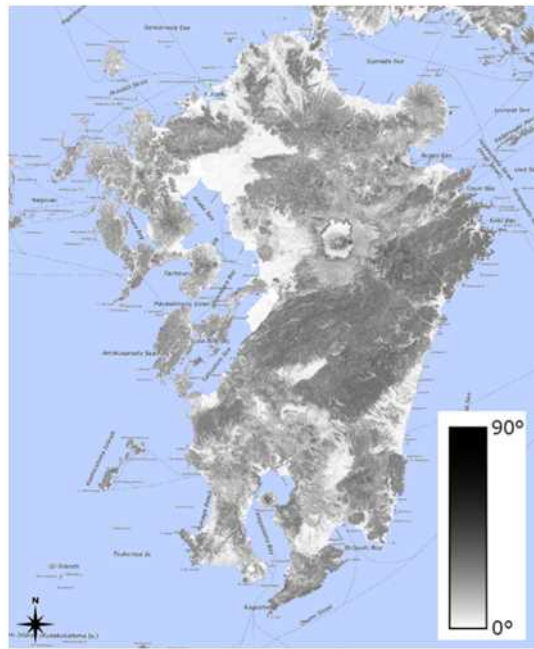


図-4 傾斜量図

4. 結論

山体重力変形地形の分布領域を推定するため、CNN を用いた深層学習と傾斜量図タイル画像を用いて、傾斜量図タイル画像中に山体重力変形地形が含まれているか推定する画像分類器を作成した。その結果、全国の限られた場所の学習データで学習・作成した分類器であっても、それが推定した山体重力変形地形が含まれる確率が高い分布領域は、既存の地すべり地形分布や特定の地形・地質の分布と一定程度相関があることがわかった。今後は、学習用データの追加、異なる種類のタイル画像の使用を検討し、特に適合率の向上を目指したい。

参考文献

- 防災科学技術研究所：地すべり地形 GIS データ：ダウンロード，https://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/landslidemap/gis.html (accessed 10 Mar. 2020).
- Chigira, M. (1992): Long-term gravitational deformation of rocks by mass rock creep, *Engineering Geology*, 32, 3, 157-184.
- 岩松暉，下川悦郎（1986）：片状岩のクリープ性大規模崩壊，*地質学論集*，28，67-76.
- 国土交通省：20 万分の 1 土地分類基本調査，https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/l_national_map_20-1.html (accessed 27 May. 2020).
- Szegedy, C., V. Vanhoucke, S. Ioffe, J. Shlens and Z. Wojna (2016): Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision, *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2818-2826.
- 八木浩司（1981）：山地に見られる小崖地形の分布とその成因，*地理学評論*，54，5，272-280.