

AI を用いた斜面崩壊及び土砂洪水氾濫抽出に関する検討

株式会社パスコ ○宮崎 真由美, 下村 博之, 吉川 和男, 武田 大典, 島崎 康信,
柴山 卓史, 本多 泰章, 森田 保成, 小林 航

1. はじめに

近年、日本における豪雨の発生件数は増加傾向にあり、毎年のように大規模な土砂災害が発生している。災害発生後、速やかに復旧・復興活動を行うためには、迅速に被災状況を把握することが不可欠である。最近では、被災状況の即時把握のため、緊急時における斜面崩壊等の判読は、目視判読から画像解析や深層学習による自動判読に変化しつつある¹⁾。本研究では、被災状況の即時把握を目的に、深層学習の手法のひとつである畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Network, 以下 CNN という) を用いて、斜面崩壊及び土砂洪水氾濫領域を抽出し、その検出精度について検証を行った。

2. 対象地域及びCNNモデル

本研究では、図-1及び表-1に示した6つのエリアにおいて、光学衛星画像と、それらの画像から目視により土砂移動範囲を判読した正解画像、数値標高モデルより作成した傾斜データを用いて CNN モデルの作成し、精度検証を行った。

この6つのエリアのうち、CNN モデルの学習に使用する学習用データとして、平成30年北海道胆振東部地震、平成30年7月豪雨 (愛媛県西予市・宇和島市周辺)、平成29年7月九州北部豪雨、平成28年熊本地震、平成28年6月熊本豪雨の5地域 (図-1: No. 1~5) を設定した。

また、学習済みモデルの精度評価に用いる検証用データとして、学習データに使用していない、平成30年7月豪雨発災後の東広島市及び呉市周辺地域 (図-1: No. 6) を設定した。

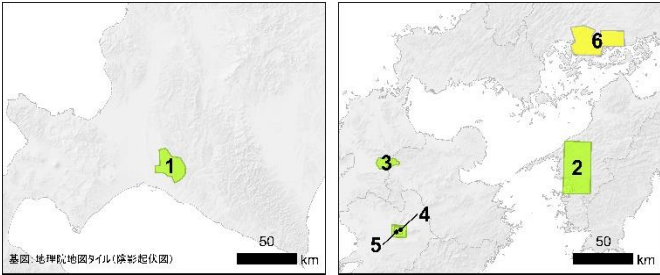


図-1 対象範囲
図中の数字は表-1に対応する。

表-1 光学衛星画像の諸元 (1)

(a) 学習用データ				
No	災害名	地域	発生日	撮影日
1	平成30年北海道胆振東部地震	北海道勇払郡厚真町周辺	2018/09/06	2018/09/20
2	平成30年7月豪雨	愛媛県西予市・宇和島市周辺	2018/06/28-07/08	2018/07/14
3	平成29年7月九州北部豪雨	福岡県朝倉市周辺	2017/07/05-07/06	2017/07/13
4	平成28年熊本地震	熊本県阿蘇市周辺	2016/04/14	2016/04/29
5	平成28年6月熊本豪雨	熊本県阿蘇市周辺	2016/06/20	2016/07/29
(b) 検証用データ				
No	災害名	地域	発生日	撮影日
6	平成30年7月豪雨	広島県東広島市・呉市周辺	2018/06/28-07/08	2018/07/15

表-2 光学衛星画像の諸元 (2)

衛星名	SPOT6 / SPOT7
分解能	1.5 m
プロダクト	パンシャーン (4バンド)

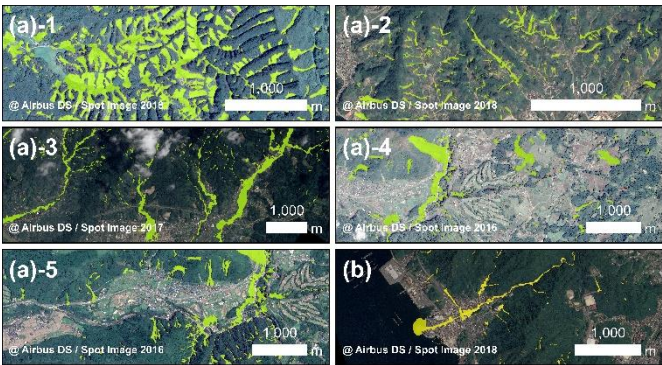


図-2 学習用データ及び検証用データ
(光学衛星画像と正解画像の重ね合わせ図)

(a) 学習用データの例 (1: 平成30年北海道胆振東部地震, 2: 平成30年7月豪雨, 3: 平成29年7月九州北部豪雨, 4: 平成28年熊本地震, 5: 平成28年6月熊本豪雨). (b) 検証用データの例。

3. 本モデルの評価

本モデルによる土砂移動範囲の自動抽出結果と目視判読結果 (正解画像) の重ね合わせ図を図-3に示す。

自動抽出結果と目視判読結果を比較したところ、本モデルの適合率は59.7%, 再現率52.1%であった。図-3(a)をみると、谷幅の広い谷底平野を流下する土砂や大規模な土砂堆積については、概ね検出できており、災害規模を把握するには十分な検出結果であると言える。一方で、図-3(b)をみると、検出漏れや誤検出も多くみられる。以下に、その詳細を述べる。

3.1 検出漏れ

検出漏れが発生した領域の多くは、樹木等により土砂移動範囲が隠れている領域 (図-4(a)), 緩傾斜地における土砂移動の領域 (図-4(b)), 土砂洪水氾濫の領域 (図-4(c)) であった。土砂洪水氾濫領域については、そのほとんどが検出できていない。この土砂洪水氾濫領域の検出漏れの原因として、土砂洪水氾濫領域を示す学習データが少ないことが考えられる。学習データのエリアとして、表-1に示す5つのエリアを選定したが、そのうち土砂洪水氾濫領域を含むものは1エリア (平成29年7月九州北部豪雨) のみであった。また、今回の学習においては、斜面崩壊領域と土砂洪水氾濫領域を区別せずに学習を行った。この2つを分離させることによりさらなる精度向上が見込まれる。

3.2 誤検出

誤検出が発生した領域の多くは、伐採跡地 (図-5(a)), 山麓の造成地 (図-5(b)), 河川敷 (図-5(c)), 平野部のグラウンド等 (図-5(d)) の領域であった。そのなかでも特に多く誤検出が認められた領域は、山麓の造成地である。この誤抽出の原因として、発生要因の異なる斜面崩壊を区別せずに学習

を行ったことが考えられる。一般に降雨による斜面崩壊は、集水面積の大きい凹型斜面で発生するのにに対し、地震動による斜面崩壊は平行型や凸型斜面でも発生することが多い。地震動による斜面崩壊を除いて学習させることで、図-5(b)に示すような平行型や凸型斜面における誤抽出を防ぐことができると考えられる。

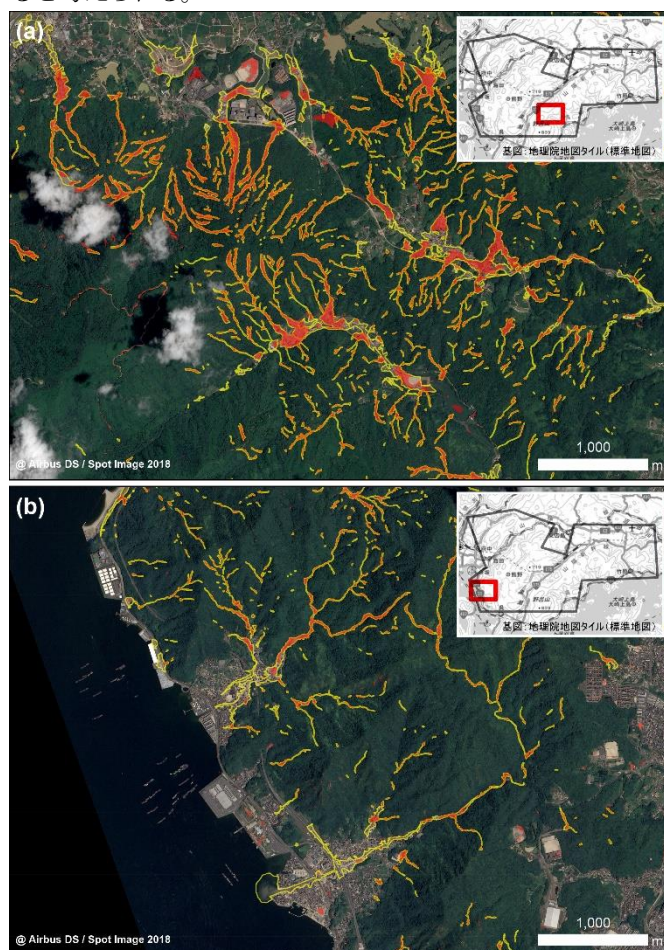


図-3 自動抽出結果と目視判読結果（正解画像）の比較

赤色は自動抽出結果，黄色は正解画像を示す。

4. おわりに

本研究では、CNN を用いて斜面崩壊及び土砂洪水氾濫領域を抽出し、その検出精度について検証を行った。

本モデルは、谷幅の広い谷底平野を流下する土砂や大規模な土砂堆積について概ね検出できており、災害発生直後の速報値として利用するには十分な精度を有していることがわかった。しかし、検出漏れや誤抽出のあった領域に関して、さらなる改良が必要であり、今後は異なる季節（紅葉時期等）に撮影された光学衛星画像への適用の可否についても検討を進めていく必要があると考える。

なお、本研究の一部は、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」において実施されたものである。

参考文献

- 1) 小林ほか（2019）：第 67 回（令和元年度秋季）学術講演会論文集，（一社）日本リモートセンシング学会，p.133-134.

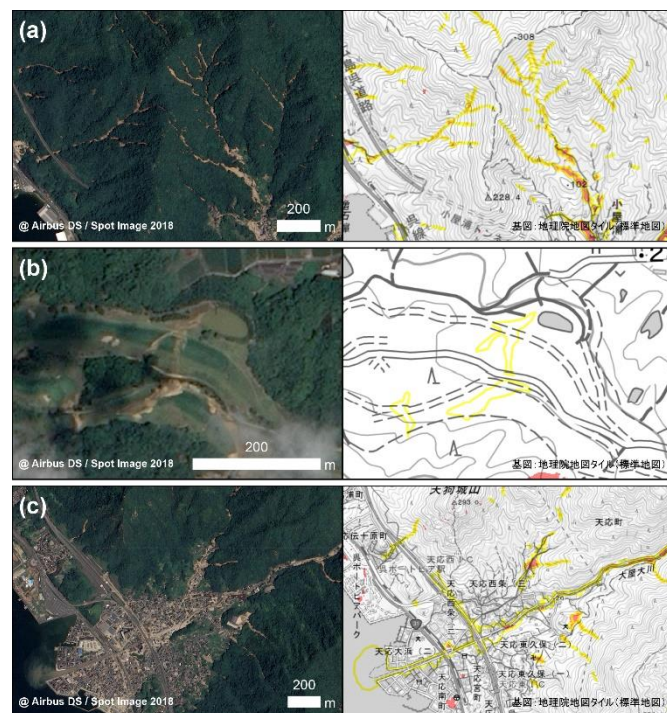


図-4 検出漏れの例

赤色は自動抽出結果，黄色は正解画像を示す。

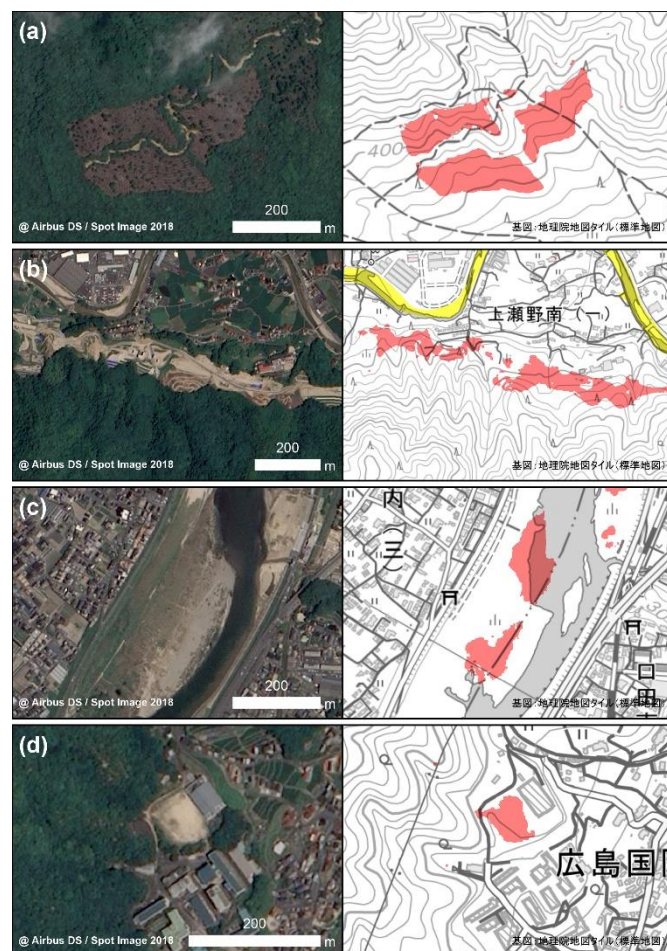


図-5 誤検出の例

赤色は自動抽出結果，黄色は正解画像を示す。