

深層学習 AI モデルによる光学衛星画像の土砂移動解析と緊急判読への適応性

株式会社パスコ ○本多 泰章, 武田 大典, 下村 博之, 吉川 和男,
森田 保成, 島崎 康信, 三富 創, 柴山 卓史, 宮本 樹

1. はじめに

近年、我が国では集中豪雨や地震により土砂災害が頻発化・激甚化している。特に、広範囲にわたって土砂災害が発生した場合、被災状況の全貌把握に時間を要し、的確な災害対応が実施できない恐れがある。

土砂災害発生時の被災状況把握には航空機を活用することが一般的であるが、広域災害の場合には網羅的な情報を迅速に取得することが困難である。さらに、広範囲で発生した崩壊や土石流等の土砂移動箇所の把握を技術者による目視判読で実施すると、さらなる時間を要する。また、判読作業を複数の技術者で実施した場合、技術者の熟練度の違いにより判読結果にばらつきが生じるといった問題もある。

そこで、本研究では一度の撮影で広範囲の状況取得が可能な光学衛星画像を用いて、深層学習 AI モデルによる土砂移動痕跡の自動解析を実施し、解析結果の精度検証を行った。さらに、本手法の災害発生時の緊急判読への適応性について検証した。

2. 研究対象

2.1 対象事例

本研究で対象とする豪雨・地震により土砂移動が発生した事例は表-1 に示す 10 事例である。対象事例位置を図-1 に示す。



図-1 対象事例位置図 (図中の番号は表-1 と対応)

2.2 使用した衛星画像

本研究で使用した光学衛星画像は、「SPOT 6&7」により発災後に撮影された画像を用いた (表-1)。「SPOT 6&7」はフランスの Airbus Defence & Space 社が運用する衛星であり、観測幅は 60km、地上分解能はパンクロマティック 1.5m・マルチスペクトル 6.0m である。解析にはパンシャ

ーペン処理により作成した地上分解能 1.5m のカラー画像を使用した。

表-1 使用した衛星画像

No.	対象事例	撮影日
1	平成 28 年熊本地震	2016/04/29
2	平成 28 年熊本地震後の豪雨	2016/07/29
3	平成 29 年 7 月九州北部豪雨	2017/07/13
4	平成 30 年北海道胆振東部地震	2018/09/21
5	平成 30 年 7 月豪雨 (愛媛)	2018/07/09,15
6	平成 30 年 7 月豪雨 (広島)	2018/07/15
7	令和元年東日本台風 (埼玉・群馬)	2019/10/23
8	令和元年東日本台風 (宮城・福島)	2019/10/28
9	令和 2 年十島村中之島豪雨	2020/06/05
10	令和 2 年 7 月豪雨	2020/07/18

3. 研究方法

3.1 既存 AI モデル

宮崎ほか (2020) や小林ほか (2020) では、CNN (Convolutional Neural Network; 畳み込みニューラルネットワーク) により構築した AI モデルを用いて、光学衛星画像 (SPOT 6&7) から土砂移動痕跡の自動解析を実施している。小林ほか (2020) では、平成 30 年 7 月豪雨 (広島) を対象とした精度評価において、適合率 (Precision) 63.6%・再現率 (Recall) 69.5% という結果を得ている。

3.2 AI モデルの改良

本研究では、小林ほか (2020) で構築した AI モデルをベースに、判読精度や汎化性能の向上を目指し、AI モデルの改良を行った。表-1 に示す対象事例の画像ごとに、学習領域と評価領域を設定し、技術者の目視判読により抽出した土砂移動痕跡を、学習領域では教師データとして AI モデルに学習させ、評価領域では精度検証のための正解データとして使用した。

4. 結果と考察

4.1 自動解析結果の精度検証方法

AI モデルによる自動解析結果の精度評価指標は、適合率と再現率、F 値を用いた。それぞれの評価指標は AI モデルによる自動解析結果と正解データとの重なり具合の割合をピクセルベースで評価した。適合率・再現率・F 値の計算式をそれぞれ式(1)~(3)に示す。

$$\text{適合率(Precision)} = \frac{A}{A+B} \quad \dots(1)$$

$$\text{再現率(Recall)} = \frac{A}{A+C} \quad \dots(2)$$

$$F\text{値} = \frac{2}{(1/\text{適合率}) + (1/\text{再現率})} \quad \dots(3)$$

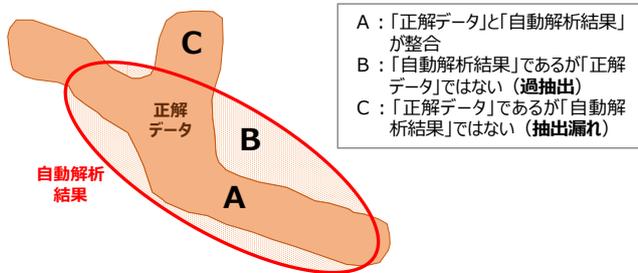


図-3 評価指標

4.2 精度検証結果

対象事例ごとの各精度評価指標の評価結果を表-2 に示す。評価結果の値は対象事例ごとにばらつきが確認できる。評価結果の違いによる正解データと自動解析結果の比較事例を図-4 に示す。適合率・再現率・F 値が 70~80 以上の値を示す結果に関しては正解データと比較した際の自動解析結果の判読精度が良いことが確認できる。

表-2 精度評価結果

No.	対象事例	適合率 Precision	再現率 Recall	F 値
1	平成 28 年熊本地震	84.8	60.6	70.7
2	平成 28 年熊本地震後の豪雨	91.0	80.9	85.7
3	平成 29 年 7 月九州北部豪雨	68.5	41.0	51.3
4	平成 30 年北海道胆振東部地震	83.3	87.0	85.1
5	平成 30 年 7 月豪雨 (愛媛)	53.4	55.9	54.6
6	平成 30 年 7 月豪雨 (広島)	75.7	69.8	72.6
7	令和元年東日本台風 (埼玉・群馬)	5.7	46.4	10.2
8	令和元年東日本台風 (宮城・福島)	60.6	18.5	28.3
9	令和 2 年十島村中之島豪雨	85.1	83.1	84.1
10	令和 2 年 7 月豪雨	37.5	57.2	45.3

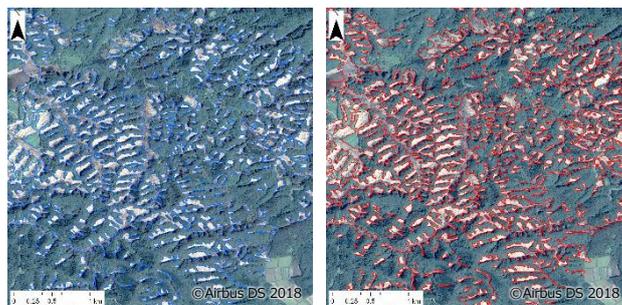
4.3 緊急判読への適応性

現在、衛星画像の撮影から自動解析結果の提供までを数時間程度で実施可能である。令和 4 年 8 月 3 日からの大雨の際には、画像の撮影から自動解析結果の提供までを 5 時間程度 (画像の取得後から結果の提供までは 2 時間程度) で実施した。AI モデルによる自動解析結果は、対象事例ごとに判読精度にばらつきはあるものの、精度評価結果 (ピクセルベース) の数値が低い事例においても判読漏れが多いわけではなく、被災状況の概況を迅速に把握するという観点では利用価値が高いと考えられる。

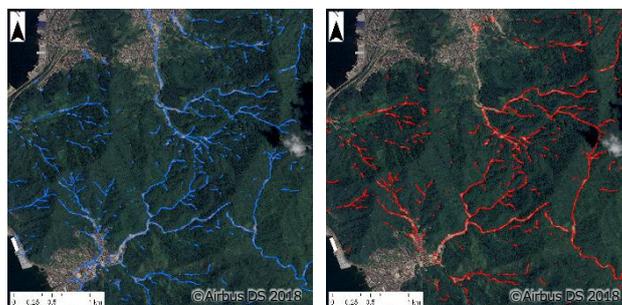
5. おわりに

光学衛星画像と深層学習 AI モデルを活用し、土砂移動箇所の自動解析を実施した。画像の撮影から解析結果提供までを数時間で実施可能なことから、広範囲の被災状

■平成 30 年北海道胆振東部地震 [適合率 83.3/再現率 87.0/F 値 85.1]



■平成 30 年 7 月豪雨 (広島) [適合率 75.7/再現率 69.8/F 値 72.6]



■令和元年東日本台風 (宮城・福島) [適合率 60.6/再現率 18.5/F 値 28.3]

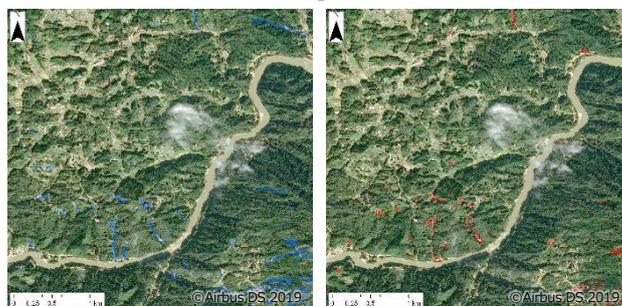


図-4 自動解析結果事例

(左図：正解データ、右図：自動解析結果)

況を迅速に把握する手法としては有効である。ただし、自動解析結果には災害事例により精度のばらつきが大きく、判読精度や汎化性能のさらなる向上が求められる。また、自動解析結果を災害対応に効果的に活用するための情報提供体制の構築も必要である。

謝 辞

本稿で述べた AI 判読モデル開発のうち、教師データ作成および精度評価・検証は、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」の一部として実施した。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 小林航・下村博之・吉川和男・武田大典・島崎康信・柴山卓史・森田保成・洲浜智幸 (2020) : 緊急対応を想定した AI による土砂災害分析の適用性, 日本リモートセンシング学会誌, Vol.40, No.3, p.153-157
- 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 (2020) : 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, 2020 年度砂防学会研究発表会概要集, p.431-432