

## 令和元年台風19号における土砂災害状況把握

## —災害初動対応における光学衛星画像解析の活用事例—

株式会社 パスコ ○徳武祐斗, 柴山卓史, 吉川和男, 堀内成郎  
国土交通省関東地方整備局富士川砂防事務所 萬徳昌昭, 菊池瞳

## 1. はじめに

令和元年台風19号は関東地域をはじめ東日本の多くの地域に甚大な土砂被害をもたらした。豪雨等により広範な地域で発生する土砂災害の概況を効果的・合理的に把握するためにはリモートセンシングデータの活用が極めて有効であり、中でも、緊急調査要件の河道閉塞を早期に覚知できる機械判読手法の確立と精度向上は重要な課題である。

関東地方整備局では、各出先事務所が光学衛星データ等の判読を実施し、いち早く被災概況を把握し、また関係する各県へ情報を提供することで二次災害の防止に貢献した。特に富士川砂防事務所では、近隣県を含めた土砂災害の概況を、光学衛星データ（SPOT6/7衛星データ）とAI（Artificial Intelligence）判読で短時間に把握し、近隣県へ迅速に情報を提供することで災害対応に大きく貢献した。

AIによる土砂災害発生箇所抽出にはまだ多くの課題が残っており、今後は落水線データの活用や、下流の保全対象のGISデータの活用、あるいは機械判読にさらにレイヤーをかけるなど、精度向上のための取り組みが重要となる。

本稿では判読結果を目視によりスクリーニングすることでかなりの精度での抽出が可能となり、対応の迅速性・経済性の面で今後大いに期待される結果が得られたので報告する。

## 2. 機械判読を活用した土砂災害抽出

本稿では、図1に示す抽出フローの手順で土砂災害候補箇所の抽出を実施した。機械判読では、NDVI（Normalized Difference Vegetation Index）とGSI（Grain Size Index）を用いたAI判読<sup>1)</sup>を行った。AIで判読した結果に対しては、GISデータを利用した自動スクリーニングを適用した。使用したGISデータは、国土地理院が公開している基盤地図情報の数値標高モデルデータと、基本項目の建築物の外周線等である。これらの自動抽出した結果に対して、明らかな誤抽出箇所を目視判読により除外した。土砂災害候補箇所の抽出に使用した衛星センサの諸元を表1に示す。

富士川砂防事務所管内では、2019年10月23日の午前10時頃に発災後の撮像が実施され、撮像結果の画像再生処理は24日15時頃に完了した。機械判読による土砂災害候補箇所の抽出は同日20時頃に完了し、目視判読による詳細なスクリーニング作業は25日17時頃に完了した。判読に要した作業時間だけに注目すると、判読作業は約1日で完了している。

図1に示したフローのそれぞれの処理で抽出された土砂災害候補箇所数を表2に示す。機械的な抽出処理により、管内全域（823.8km<sup>2</sup>）に対して1,801箇所まで絞り込むことができた。目視スクリーニングでは、発災前後の画像を比較し、明ら

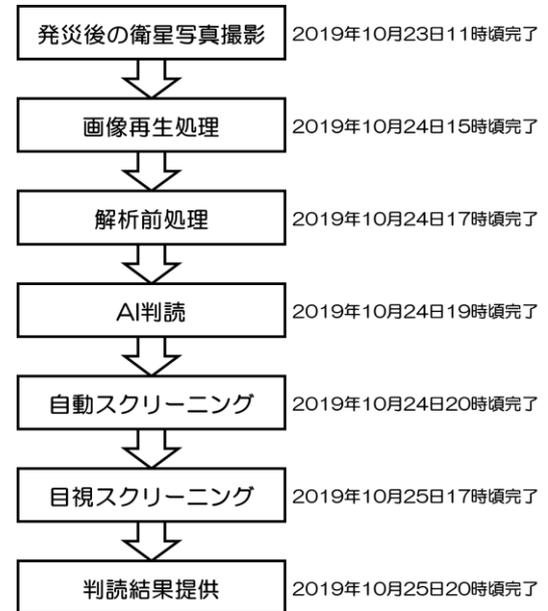


図1 土砂災害候補箇所の抽出フローとタイムライン

表1 衛星センサの諸元

項目	諸元
衛星名	SPOT6/7
運用機関	AIRBUS Defence & Space
撮影日	2018/6/4, 2018/8/27, 2019/10/23
バンド	赤, 緑, 青, 近赤外
分解能	1.5m (パンシャープン)

表2 処理毎の抽出箇所数

処理項目	抽出箇所数
AI判読	16,851
自動スクリーニング	1,801
目視スクリーニング	189

かに何らかの変化（例えば森林から裸地への変化）を確認することができ、土砂移動が発生する可能性の高い地形（急勾配斜面、崖の位置等）であることを基準として189箇所まで絞り込むことができた。光学衛星データを利用した緊急対応は、利根川水系砂防事務所でも実施されており、群馬県及び埼玉県山間部（8,087km<sup>2</sup>）を対象として目視のみでの判読を実施している<sup>2)</sup>。判読に要した日数は24日であり、1日あたりの作業面積は337km<sup>2</sup>であった。1km<sup>2</sup>あたりの判読作業時間に換算すると、機械判読では1.75分、目視判読では4.27分

あり、機械判読を用いることで1km<sup>2</sup>あたり 2.5 分の短縮効果が確認できた (表 3)。

表 3 判読作業時間の比較

	機械判読を活用	目視のみ
対象面積	823.8 km <sup>2</sup>	8,087 km <sup>2</sup>
判読作業時間	1 日	24 日
1 日あたりの判読面積	823.8 km <sup>2</sup>	337 km <sup>2</sup>
1 km <sup>2</sup> あたりの判読作業時間	1.75 分	4.27 分

### 3. スクリーニングにおける課題

機械判読を活用したことにより、目視判読よりも短時間で土砂災害候補箇所の抽出ができた一方、見逃しが無く、迅速な抽出を重視したため、誤抽出が多くなる結果となった。富士川砂防事務所での精査では、土砂災害候補箇所 189 箇所のうち、実際に土砂災害が発生している可能性の高い箇所は約 1 割程度であった。これらの箇所は、河道閉塞のおそれや下流の砂防施設への影響、保全対象の存在等から絞り込まれた箇所である。抽出箇所の一例を図 2 に示す。誤抽出を減らし、緊急性が高い箇所の的中率を向上させるためには、学習データの追加や改良が必要である。



図 2 抽出箇所の一例

また、本稿で使用した衛星データの入射角が 32.6 度であったように、災害時における緊急撮影では対象範囲の迅速な撮影が求められるため、衛星からの入射角が大きい状況で撮影される場合が多く、オルソ幾何補正時の位置ズレや歪みが誤抽出の原因となる。さらに、撮影方向と逆向きの斜面については、画像上では影で暗く表現されるため、抽出漏れの原因となる可能性がある。

さらに、機械抽出で除去することが困難であった箇所に共通する要因として、農地の変化や、樹木の紅葉・落葉・枯死と

いった変化が土砂と類似した色調を有することが挙げられる。

### 4. 精度向上に向けた今後の取り組み

本稿で示した抽出フローには、目視スクリーニング作業の自動化や、緊急性が高い土砂災害候補箇所のスクリーニング精度向上といった改良の余地がある。

目視スクリーニングでは、農地や樹木の紅葉・落葉・枯死に起因する変化の除去が必要である。農地については、数値標高モデル等により抽出箇所内の平坦さを評価することで除去が可能であると考えられる。また、樹木の紅葉・落葉・枯死については、土砂領域に比べて NDVI の値が高くなることが想定されるため、発災後の衛星データから算出した NDVI 値を利用したスクリーニングが有効であると考えられる。

緊急性の高い候補箇所抽出においては、数値標高モデルから計算した落水線データを用いて、河道閉塞候補箇所が抽出可能であると考えられる。さらに、下流に存在する保全対象の有無については、落水線の終点から一定の範囲内に存在する建築物データ等により抽出箇所の緊急性を評価することが可能であると考えられる。

衛星の撮影条件に対しては、オブジェクトベースの画像分類手法により影領域を抽出し、その領域における本来の色調を推定する方法や、HIS 変換画像を取り入れることで、撮影条件の違いに対して堅固な手法の検討が必要である。

これらの項目を勘案した教師データでのディープラーニングにより、AI 判読の精度はさらに向上していくものと考えられる。

また、2020 年度には我が国の先進光学衛星 (ALOS-3) 打ち上げが予定されており、現在自動化されている処理部分についても、広域かつ高分解能な大容量データを迅速に処理するための高速化を検討する必要もある。

### 5. まとめ

本稿では、令和元年台風 19 号による土砂災害の、光学衛星データと機械判読を使用した状況把握の即時性と課題の整理を行った。従来の目視判読と比べて、機械判読では 1 km<sup>2</sup>あたり 2.5 分の時間短縮効果が確認できた反面、抽出した箇所数に対する緊急性の高い箇所の割合にはまだ課題が見られた。また、抽出処理の完全な自動化による、高速・汎用化も課題として挙げられる。

今後は、影領域の色補正処理や、HIS 変換画像を使用したテクスチャ解析、その他 GIS データを取り入れて機械判読の高度化に取り組む予定であり、また、富士川砂防事務所では、管内全域のレーザープロファイラ (LP) 計測を予定しているため、LP データを活用した抽出結果の検証を実施し、今後の高度化に繋げていく予定である。

#### 【参考文献】

- 1) 小山内ほか (2010) : 地球観測衛星 ALOS (だいち) による崩壊地の抽出手法について、平成 22 年度砂防学会研究発表会概要集, p490-491
- 2) 坂田ほか (2020) : 台風 19 号における光学衛星画像の活用、令和 2 年度砂防学会研究発表会概要集, 収録予定