

AI 深層学習による航空写真及び衛星画像を用いた崩壊・土石流発生箇所自動抽出

国際航業株式会社 ○河野孝俊、堀大一郎、西村智博、青戸一峰、山下久美子、林雨亭

1 はじめに

近年、土砂災害が激甚化・頻発化・広域化している。土砂災害発生直後には、崩壊・土石流発生箇所を把握するために航空写真や衛星画像を用いた目視判読が行われるが、判読者の違いによる判読精度のばらつきや一定程度の作業時間を要する等の課題がある。

土砂災害発生時には、崩壊・土石流発生箇所の早期把握が求められる。そこで、従来の目視判読と比較し、短時間かつ統一的な精度で崩壊・土石流発生箇所を抽出することを目標に、航空写真及び衛星画像に対して深層学習によるセマンティックセグメンテーションを適用し、崩壊・土石流発生箇所の自動抽出を検討した。

2 手法

対象地域・災害は、表-1 に示す 2 地域（以下「山口エリア」、「北海道エリア」という。）とした。図-1 に示すとおり、地図情報レベル 2500 の区郭単位で学習範囲（赤枠）及び検証範囲（青枠）を設定した。

表-1 対象地域・災害

地域	地質	発災日	災害名
山口	花崗岩	2009/7/21	平成 21 年 7 月中国・九州北部豪雨
北海道	堆積岩	2018/9/6	平成 30 年北海道胆振東部地震

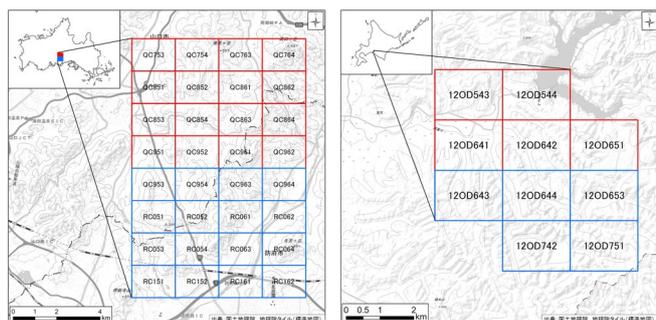


図-1 学習範囲・検証範囲

セマンティックセグメンテーションとは、画像の各ピクセルに対してラベル付けをする手法である。本検討では、表-2 に示す土砂災害発生直後に撮影された RGB 形式の航空写真及び 4 バンド（青、緑、赤、近赤外）の衛星画像に対して、セマンティックセグメンテーション手法の 1 つである DeepLab v3+ 1) を適用し、崩壊・土石流発生箇所の自動抽出を行った。

表-2 航空写真及び衛星画像の諸元

画像の種類	項目	山口	北海道
航空写真	撮影日	2009/7/23, 7/28, 8/7	2018/9/15
	解像度	0.25 m	0.16 m
衛星画像	衛星名	Worldview-2	Pléiades
	観測日	2012/4/1	2018/9/11
	解像度	0.5 m	0.5 m

抽出対象とする崩壊・土石流発生箇所は、崩壊地から谷出口までの土砂移動範囲とした。谷出口より下流の区間は、土石流の流下区間及び



図-2 抽出対象の例

堆積区間に相当するが、抽出対象に含めると人工的な裸地を誤抽出しやすくなるため対象外とした。

学習データは、航空写真、近赤外を除いた 3 バンドの衛星画像、4 バンドの衛星画像の 3 種類の画像データと抽出対象の領域を示す画像データを用いてエリアごとに作成した。なお、抽出対象の領域を示す画像は、オルソ補正をした航空写真とオルソ補正をしていない衛星画像のそれぞれを用いた技術者による目視判読データをもとに作成した。

作成した計 6 種類（3 種類の画像データ×2 エリア）の学習データをもとにモデルを構築した。

3 結果・考察

構築した学習済みモデルの定量評価は、検証範囲における抽出結果と正解（ここでは、技術者による目視判読結果）の重なり度合いを表す指標 IoU と適合率で行った。IoU と適合率は、以下の式で求められる。

$$IoU = \frac{TP}{TP + FP + FN} \quad \dots(1)$$

$$\text{適合率} = \frac{TP}{TP + FP} \quad \dots(2)$$

表-3 混同行列

		予測	
		正	負
正解	正	TP	FN
	負	FP	TN

構築した学習済みモデルの抽出結果を表-4 及び図-3 に示す。

表-4 IoU と適合率

画像の種類	山口エリア		北海道エリア	
	IoU	適合率	IoU	適合率
航空写真	0.35	0.44	0.75	0.77
衛星画像(3バンド)	0.24	0.38	0.44	0.87
衛星画像(4バンド)	0.31	0.60	0.78	0.86

いずれの抽出結果においても、崩壊幅又は流下幅が10 m以上の崩壊・土石流発生箇所は概ね抽出された。北海道エリアでは、幅10 m以上の崩壊・土石流が多数発生しており、山口エリアよりも検証範囲に占める崩壊・土石流発生箇所の割合が高く、IoUと適合率も高い。

抽出結果を画像の種類で比較すると、いずれのエリアにおいても衛星画像(3バンド)が最も低い。航空写真と衛星画像(3バンド)では、平地の裸地を誤抽出する傾向がみられるが、衛星画像(4バンド)ではみられない。また、北海道エリアの航空写真と衛星画像には、周辺の樹木の影により判読が困難な崩壊・土石流発生箇所がある。陰影部の崩壊・土石流発生箇所について、衛星画像(3バンド)では抽出されず、航空写真では陰影部の崩壊・土石流発生箇所に加え、色合いが似ている濃緑色範囲が抽出される傾向がみられたが、衛星画像(4バンド)では濃緑色範囲が抽出される傾向はみられず、陰影部の崩壊・土石流が抽出された。以上のことから、近赤外データを用いることで、平地の裸地の誤抽出が低減し、陰影部の崩壊・土石流が抽出され、抽出精度が高くなると考えられる。

4 まとめ

本検討のまとめを以下に示す。

- ① 航空写真、衛星画像(赤、緑、青)、衛星画像(赤、緑、青、近赤外)では、衛星画像(赤、緑、青、近赤外)を用いて作成した学習済みモデルの抽出精度が最も高い。
- ② 近赤外データを用いることで、平地の裸地の誤抽出が低減し、陰影部の崩壊・土石流が抽出され、抽出精度が高くなると考えられる。

衛星画像(赤、緑、青、近赤外)の抽出結果には、崩壊・土石流発生箇所でない林地内の裸地が含まれている。今後は、発災前後の衛星画像の抽出結果の差分をとる等、林地内の裸地の誤抽出を低減する方法を検討する予定である。

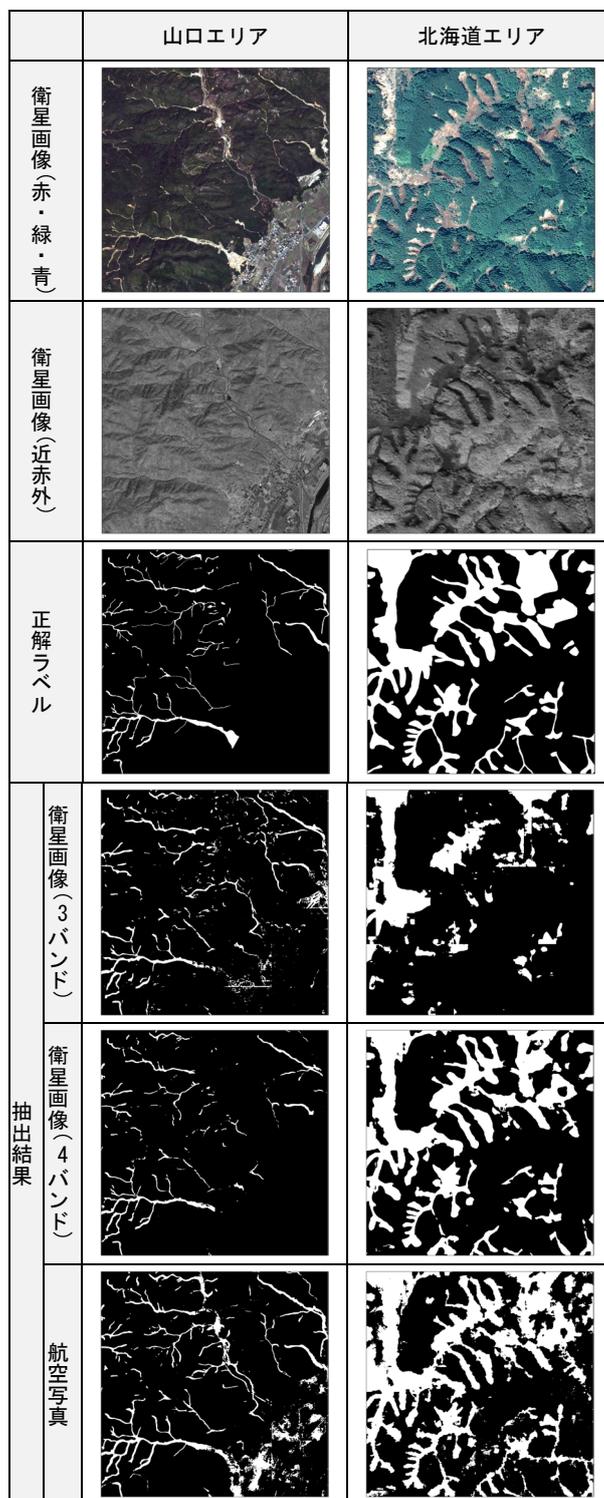


図-3 崩壊・土石流の抽出結果例

【参考文献】

- 1) Chen, L., Zhu, Y., Papandreou, G., Schroff, F., Adam, H. (2018): Encoder-Decoder with Atrous Separable Convolution for Semantic Image Segmentation, European Conference on Computer Vision (ECCV), p801-818
- 2) 河野孝俊・堀大一郎・西村智博・林雨亭(2022): 広域土砂災害発生時におけるAIを活用した崩壊・土石流発生箇所の早期スクリーニング, 令和4年度砂防学会研究発表会概要集, p543-544