

AI 深層学習による複数地域での崩壊・土石流発生箇所の自動抽出

国際航業株式会社 ○河野 孝俊、堀 大一郎、西村 智博、青戸 一峰、河合 貴之、林 雨亭

1 はじめに

近年、土砂災害が激甚化・頻発化・広域化しており、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。発生直後には、目視判読による空中写真から崩壊・土石流発生箇所の抽出が行われるが、判読精度のバラツキや一定程度の作業時間を要する等の課題がある。

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・土石流発生箇所を自動抽出することを目標に、AIによる画像認識技術を応用し、AIを用いたセマンティックセグメンテーションによる空中写真から崩壊・土石流発生箇所の自動抽出を検証した。

2 手法

土砂災害発生直後に撮影されたRGB形式の0.25m解像度(1ピクセルが約0.25m×0.25mに相当)の空中写真を対象に、AIを用いたセマンティックセグメンテーションによる崩壊・土石流発生箇所の自動抽出を行った。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していく手法であり、本検討では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⁾を採用した。

対象地域・災害は、山口県山口市・防府市内(以下、「山口エリア」という。)の平成21年7月中国・九州北部豪雨及び北海道厚真町内(以下、「北海道エリア」という。)の平成30年北海道胆振東部地震とした。各エリアの地質について、山口エリアは花崗岩、北海道エリアは堆積岩である。

セマンティックセグメンテーションの学習には、空中写真のほか抽出対象の領域を示すマスク画像が必要である。マスク画像は、土砂移動範囲を示すポリゴンデータを技術者による目視判読により作成し、



図-1 土砂移動範囲の抽出対象の例

画像形式に出力することで作成した。なお、抽出対象は崩壊地から谷出口までの土砂移動範囲とした。土石流の流

下区間及び堆積区間に相当する谷出口より下流の区間を抽出対象とすると、人工的な裸地を誤抽出しやすくなる²⁾ため、抽出対象に含めないこととした。

各エリアにおいて図-2に示すとおり、地図情報レベル2500の1/4図郭単位で学習データ作成範囲(赤枠)、検証範囲(青枠)を選定した。学習データは、エリア別と2つのエリアのデータを混合した3種類を作成し、各学習データをもとにモデルを構築した。

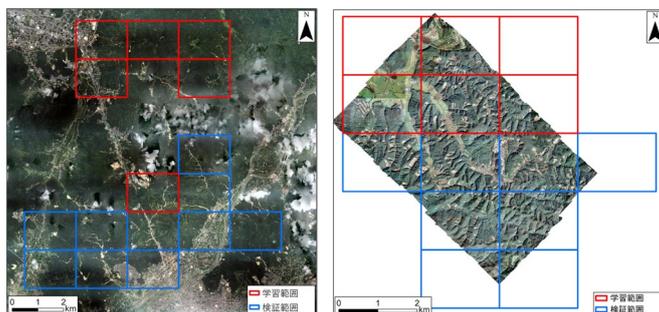


図-2 使用した空中写真の範囲
(左：山口エリア 右：北海道エリア)

3 結果・考察

構築した学習済みモデルの定量評価は、AI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と適合率はそれぞれ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-1 混同行列

		予測	
		正	負
正解	正	TP	FN
	負	FP	TN

以下では、構築した3つの学習済みモデルを山口モデル、北海道モデル、混合モデルと呼ぶ。各モデルの抽出結果を表-2及び図-3に示す。

表-2 IoUと適合率

検証 エリア	学習済みモデル					
	山口		北海道		混合	
	IoU	適合率	IoU	適合率	IoU	適合率
山口	0.57	0.71	0.21	0.23	0.56	0.64
北海道	0.02	0.95	0.43	0.88	0.48	0.95

山口モデルの抽出結果について、山口エリアではIoUが0.57で土砂移動範囲を概ね抽出した。林地内の裸地を誤抽出する傾向があるが、色や形状が類似する道路や茶色い屋根の誤抽出はほとんどない。一方、北海道エリアでは、適合率は高いがIoUが0.02で土砂移動範囲をほとんど抽出しなかった。

北海道モデルの抽出結果について、山口エリアではIoUが0.21で誤抽出が多くみられ、土砂移動範囲のほか林地の濃緑色範囲や裸地の一部を誤抽出した。一方、北海道エリアでは適合率が高く、IoUが0.43で陰影部を除き土砂移動範囲を概ね抽出した。

混合モデルの抽出結果について、山口エリアでは、山口モデルでの抽出結果と比較し、適合率が0.07低いが、IoUは0.56で概ね同様の抽出結果であった。一方、北海道エリアでは、北海道モデルの抽出結果と比較し、IoUと適合率いずれも高く、陰影部の土砂移動範囲の一部も抽出した。

エリア別モデル（山口モデル、北海道モデル）は、学習データと同一エリアであれば土砂移動範囲を概ね抽出したが、異なるエリアでは抽出精度が低い。エリア別モデルの学習データと同一エリアにおける抽出結果と混合モデルの抽出結果では、IoUと適合率の差がいずれも0.1未満である。以上のことから、学習データに複数地域のデータを含めることで、地域別モデルと同等の抽出結果が得られる複数地域に対応したモデルを構築できると考えられる。また、学習データのバリエーションを増やすことで学習データに含まれない地域にも適用可能なモデルを構築できる可能性が考えられる。

4 まとめ

本研究では、花崗岩地域及び堆積岩地域を対象に、AIを用いたセマンティックセグメンテーションによる空中写真から土砂移動範囲の自動抽出を検証した。以下にまとめを示す。

- ① エリア別モデルでは、学習データと同一エリアにおいてIoUが0.4~0.6の抽出精度で土砂移動範囲を概ね抽出した。
- ② エリア別モデルの学習データと同一エリアにおける抽出結果と混合モデルの抽出結果では、IoUと適合率の差がいずれも0.1未満であった。
- ③ 学習データに複数地域のデータを含めることで、複数地域に対応したモデルを構築できた。

今後は、花崗岩地域及び堆積岩地域のデータのバリエーションを増やして抽出精度を高めていくほか、地質が異なる複数地域に適用可能なモデルの構築を目標に、変成岩地域等の地質が異なる地域を対象として同様の検証を実施する予定である。

【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

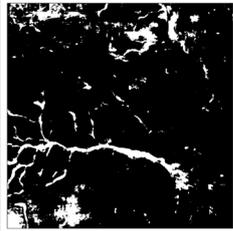
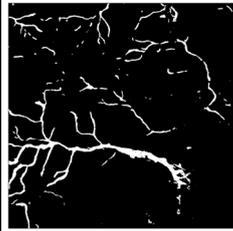
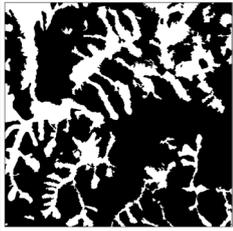
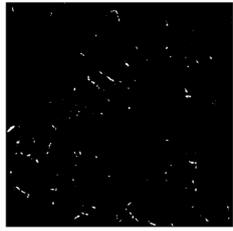
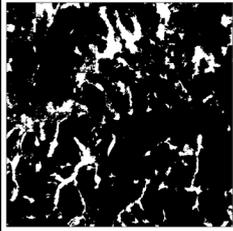
検証エリア名	空中写真	正解ラベル	山口モデル	北海道モデル	混合モデル
山口					
北海道					

図-3 土砂移動範囲の抽出結果の例