

BG4 地震崩落跡地の植生回復のための画像認識モデルを用いた 生物学的遺産分布推定器の開発

Development of a Biological Legacy Distribution Estimator using Image Recognition Models
for Revegetation of Earthquake Collapse Sites

地球循環共生領域 08E20074 村上広樹 (Hiroki MURAMAMI)

Abstract: Identification of biological legacies is important for planning a post-disaster forest recovery. This study developed a biological legacy distribution estimator, MiC, to estimate the distribution of biological legacy in landslide areas following a natural disaster. The estimator ensembled three image recognition models: CNN, ViT, and MLP-mixer. Aerial photography was used to predict the proportion of legacy within 5×5 m grid cells. The MiC model outperformed individual models in cross-validation. The legacy was mainly distributed in mountainous and valley areas. This information can help prioritize recovery efforts and resource allocation for forest restoration.

Keywords: biological legacy, ecological restoration, deep learning, aerial photograph

1. はじめに

自然撓乱後に残された植生や土壌は植生回復の基点となるため、生物学的遺産 (biological legacy, 以下レガシー) と呼ばれている。今後気候変動により自然撓乱の頻度や強度が増加することが懸念されており、レガシーを活用した緑化手法が提案されており¹⁾、自然災害後に迅速にレガシーの空間分布を推定するモニタリング技術の開発が必要である。そこで本研究では、画像認識モデルを用いてレガシーの量と空間分布を推定する画像認識モデルを開発し、精度検証と有用性の評価を行うことを目的とした。

2. 研究方法

2. 1 対象地域とデータの説明

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震で山地の約11%に当たる3,236 haの斜面が崩壊した北海道勇払郡厚真町を対象地域とした。汎用性の高いモデルを構築するため、入力データには、災害発生後に国土地理院が緊急で航空撮影する20 cm解像度の正射画像を用いた。北海道胆振東部地震では2018年9月6, 8, 11日に撮影された。

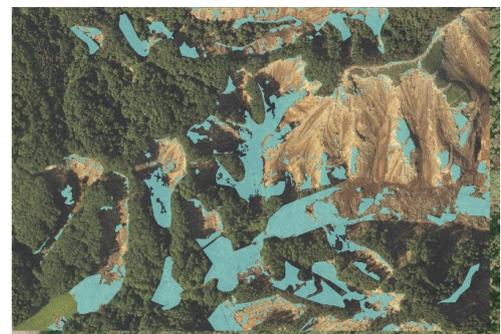


図1 厚真町宇隆地区の正射画像。
緑色のポリゴンはレガシーの空間分布を示す

2. 2 教師データの作成

緑化試験が実施されている厚真町宇隆地区で画像認識モデルの教師データを作成した(図1)。斜面崩壊・堆積分布図から崩壊斜面を特定し、Q-GISで崩壊斜面内の植生や倒木を目視で判読した。正射画像の輝度から影の領域を判定し、影の領域内のレガシーは推計の対象外とした。正射画像を25×25ピクセルの画像パッチに分割してレガシーの面積割合を集計し、35,257枚の教師データを作成した。

2. 2 画像認識モデルの作成と評価

複数の画像認識モデルをアンサンブルしたレガシー分布推定機を構築した。1層目ではConvolutional Neural Network (CNN), Vision Transformer (ViT), Multi Layer Perceptron-mixer (MLP-mixer)を作成した。2層目ではCNN, ViT, MLP-mixerの予測値をアンサンブル平均した。3つの画像認識モデルは、教師データを緯度経度からk-means法で10分割したのち、外側10回、内側5回の入れ子交差検証でハイパーパラメータの最適化を行い、Root Mean Squared Error (RMSE)で交差検証誤差を評価した。構築した推定機で厚真町全域の崩壊斜面のレガシーの分布を推定し、レガシーのホットスポットを可視化した。

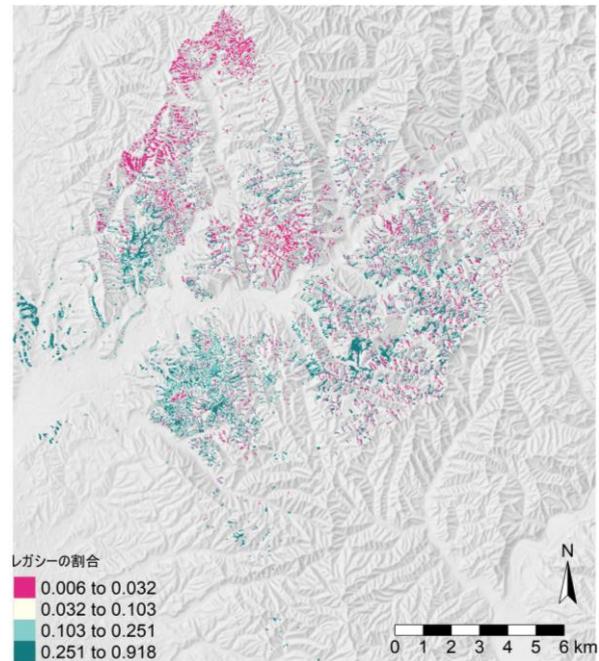
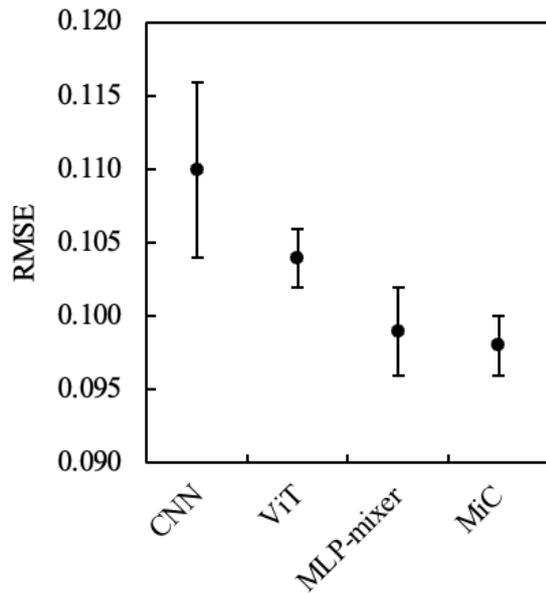


図2 各モデルの交差検証誤差の平均値と標準偏差 図3 MiC モデルで推定されたレガシーの空間分布

3. 結果と考察

3. 1 画像認識モデルの性能評価

図2より、CNN、ViT、MLP-mixerの交差検証誤差は、 0.110 ± 0.006 、 0.104 ± 0.002 、 0.099 ± 0.003 であり、画像内の局所的な特徴に注目するCNNよりも大域的な特徴を重視するViTやMLP-mixerが高い精度を示した。MiCモデルの交差検証誤差は 0.098 ± 0.002 となり、アンサンブルにより推定の精度が向上した。

3. 2 レガシーの広域分布推定

図3はMiCモデルで推定した厚真町のレガシーの空間分布である。西部の山裾地形や山間部の谷底部など、崩壊斜面全体の25%では、 5×5 mの領域内に25.1%以上のレガシーが存在すると推定された。これらの地形では斜面の表層崩壊に伴って斜面の上部から流出した植生が堆積したことでレガシーのホットスポットとなったことが示唆された。一方で、北部や中央の山間部を中心とした25%の斜面では、画像内のレガシーが3.2%未満であり、レガシーが少ない地域が局所的に分布していることが示された。

胆振東部地震後の森林再生では、谷地形など土砂の堆積地では倒木などのレガシーを撤去する特殊地拵えを行い速やかな植林を実施し、傾斜の急な斜面等は自然回復を基本とすることが計画されている³⁾。本研究の推定結果からは、森林再生に貢献するレガシーが中心に分布していた谷底部では倒木などを撤去し植林する特殊地拵えの取り組みと並行してレガシーを活用した自然再生が期待できることが示唆された。一方で、植林のコストが高い急傾斜な山間部ではレガシーも少なく自然回復が困難であることが示唆されたため、人工的な緑化の取り組みの継続が必要である。

4. 今後の課題

他の地域・季節に発生した自然災害への汎化性能を検証すること、災害後に迅速に収集される情報を入力データに加えることでRGBのみでは判別が困難なレガシーを識別可能にすることが重要である。

参考文献

- 1) 森本淳子：レガシーと生態的レジリエンス —火災・風倒・崩壊からの森林回復—日緑工誌, 48 (3), 499—502
- 2) 喜多耕一：北海道胆振東部地震による斜面崩壊データ, <https://github.com/koukita/2018_09_06_atumatyou> (2024.1.18 閲覧)
- 3) 胆振東部森林再生・林業復興連絡会議：北海道 胆振東部地震による被災森林の再生に向けた対応方針, <<https://www.town.atsuma.lg.jp/gikai/wp-content/uploads/2023/01/siryoun.pdf>> (2024.1.19 閲覧)