

AI 技術を活用した崩壊地抽出の検討

中日本航空株式会社 ○星野 慎司,外山 康彦,高野 正範,猿渡 辰也,山口 温,川本 晃治,沖 智紀

1 はじめに

近年、大規模地震や気候変動に伴う土砂災害が激甚化・頻発化しており、災害発生直後の迅速な被災状況把握が極めて重要である。特に令和6年1月の能登半島地震では、広域にわたり斜面崩壊等が多く発生した。中日本航空株式会社では、同地震発生後、被災状況の即時把握を目的に、固定翼機および回転翼機による航空レーザ測量を自主的に実施した（図1参照）。

航空レーザ測量データは植生下の微細な地形変化を捉える手段として有効であるが、膨大なデータから崩壊地を目視判読によって抽出する作業には多大な時間を要し、初動対応における迅速性に課題があった。

そのため、初動対応の迅速化と効率化を目指し、AI（深層学習）技術を活用した崩壊地抽出モデルを構築し、その有効性を検証した。

本報では、点密度の違いや、崩壊地の地形的特徴がAIの抽出精度に与える影響、および実際の運用に向けた課題について報告する。

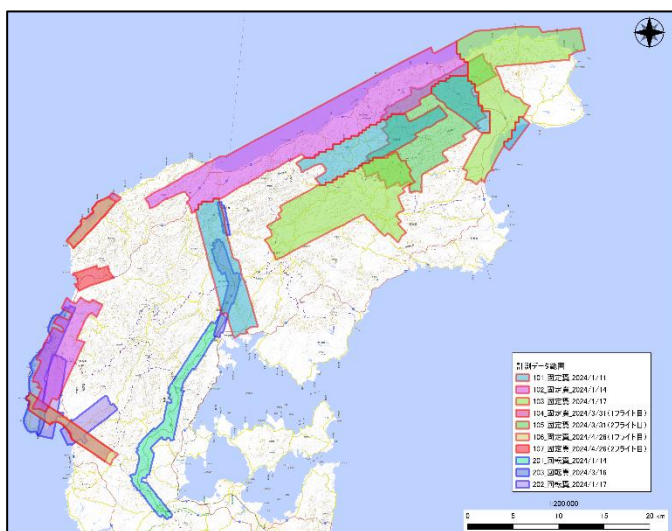


図1 自主計測実施範囲

2 使用データ

本検討では、令和6年能登半島地震の発生直後に自主的に計測した航空レーザ測量データを使用した。通常、航空レーザ測量の解析・点検工程には数ヶ月を要するが、「情報の速報性」を重視し、点検工程を災害用に最適化することで、計測終了から24時間以内に暫定的な三次元点群データおよび自動フィルタリング処理を行ったデータを使用した。

3 AI 技術を活用した崩壊地抽出モデル

本検討では、航空レーザ測量の点群データから生成したDEMならびにS-DEM¹を基に「地形起伏図（微地形表現図）」を作成し、これを入力データとして、深層学習を用いて崩壊地を自動抽出するAIモデルを構築した。迅速かつ高精度な抽出を実現するため、AIモデルの構築にあたり以下の2点について検討を行った。

3.1 背景図画像の解像度に関する検討

AIに入力する地形起伏図の解像度が、崩壊地の抽出精度および処理時間に与える影響を検証するため、50cmメッシュDEMと25cmメッシュS-DEMの地形起伏図を作成し比較を行った。高解像度（25cm）の画像は、斜面内の微小な亀裂や崩壊地の境界を鮮明に捉えることができる反面、データ容量の増加に伴う学習・推論コストの増大や、局所的なノイズ（倒木や岩塊など）に対する過検出が懸念される。一方、低解像度（50cm）の画像は、データ処理が軽量であり崩壊地全体のマクロな形状（輪郭）を捉えやすいが、小規模な崩壊を見落とす可能性がある。本検討では、これら解像度の違いによる「処理時間」と「抽出精度（抽出数と誤分類のバランス）」を定量的に評価した。

3.2 点群データの粗密を考慮した抽出モデルの検討

広域災害時の航空レーザ測量では、機材（固定翼・回転翼）や飛行条件の違いにより、取得される点群密度に大きなばらつきが生じる。そこで本研究では、点密度が密な画像による学習に加えて、点密度が粗い画像による学習を追加した「ファインチューニングモデ

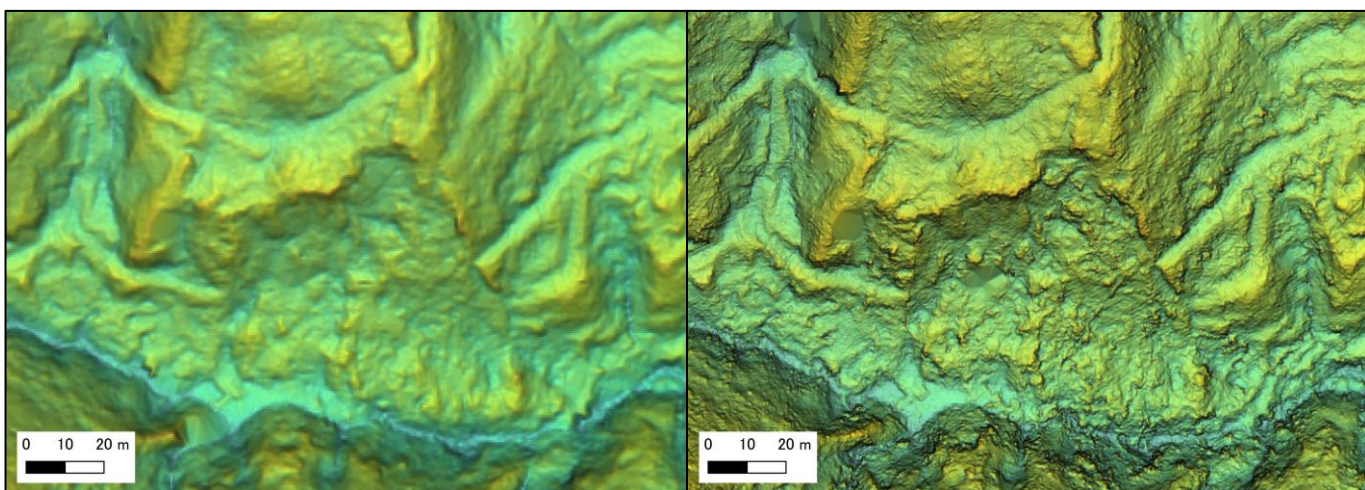


図2 使用した地形解析図例（左：50cmDEM、右：25cmS-DEM）

ル」と点密度の粗密を判断するタスクを追加した「点密度分類モデル」の2モデルによる推論を行い、点密度の差異が抽出精度に与える影響を検証した。

4 抽出結果

4.1 推論時間について

広域なデータに対してもAIによる推論は1時間以内に完了し、従来の手作業による目視判読と比較して大幅な省力化と時間短縮が図れることが確認された。

表 1 推論時間

使用データ		面積(km ²)	AI推論時間	
			50cm DEM	25cm S-DEM
固定翼	2024/1/11計測	115	15分	55分
回転翼	2024/1/17計測	42	3分	30分

4.2 抽出精度について

構築した各モデルによる推論結果に対し、目視による手動取得範囲との整合率を用いて抽出精度を評価した(表2参照)。その結果、50cmメッシュDEMを用いたモデルの整合率が80.00~86.25%であったのに対し、25cmメッシュS-DEMを用いたモデルでは総じて精度が向上した。特に、25cmS-DEMに「点密度分類モデル」を適用したケースでは、手動取得範囲との整合率87.45~92.45%という最も高い抽出精度が得られた。これにより、高解像度かつ地表の微細な凹凸を表現可能なS-DEMの活用と、点密度を考慮したモデルの組み合わせが、抽出精度の向上に大きく寄与することが確認された(図3参照)。

表 2 抽出精度

AIモデル	50cm DEM	25cmS-DEM
ファインチューニングモデル	83.75~86.25%	84.79%
点密度分類モデル	80%	87.45~92.45%

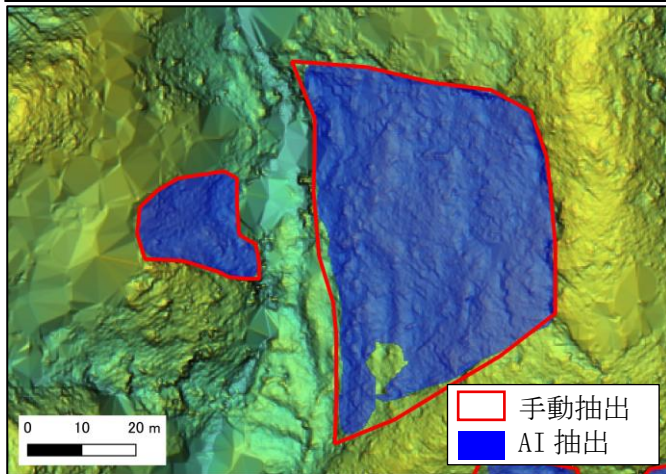


図 3 崩壊地抽出結果例 (25cm S-DEM・点密度分類モデル)

4.3 課題

本検証により、本手法の有効性が示された一方で、以下の課題が明確となった(図4参照)。

①取得データの特性: 点密度の粗密により抽出結果が異なるため、点密度に応じたモデルの最適化が必要である。

②崩壊特性による差異: 大規模地すべりなど、崩壊の形態によって抽出精度にばらつきが生じる。

③モデルのさらなる検討: 様々な崩壊規模や地形特

性に対応するため、教師データおよび推論方法のさらなる検討が求められる。また、実際の運用に向けては、「抽出数」と「誤分類箇所数」の適切なバランスを考慮した運用方法の検討が必要である。

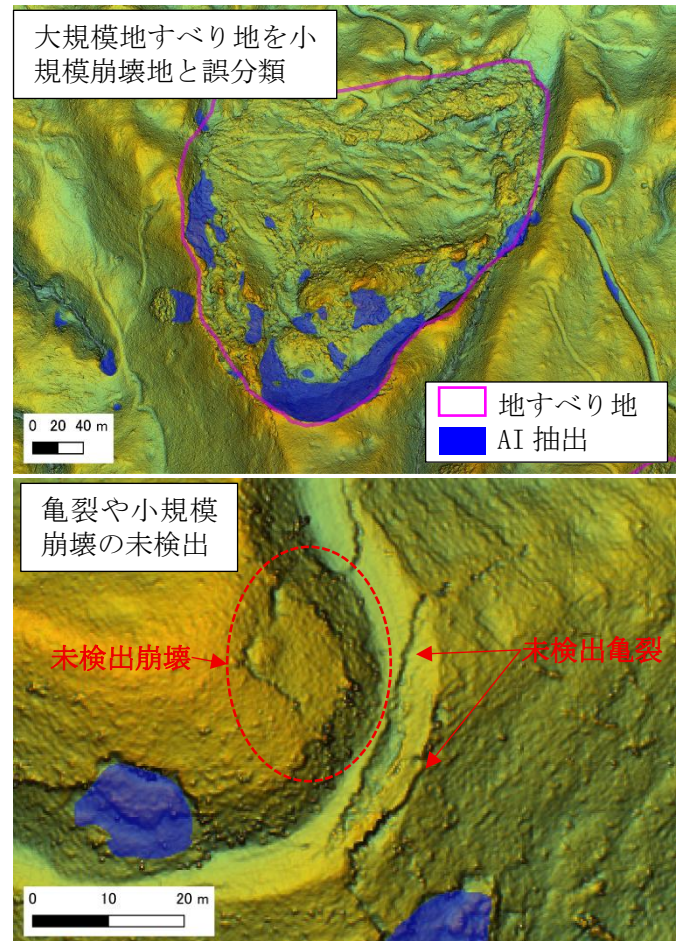


図 4 誤分類・未検出例 (25cm S-DEM)

5 まとめ

本検討では、令和6年能登半島地震後に取得された航空レーザ測量データを用い、初動対応の迅速化を目的としたAIによる崩壊地抽出手法の検討を行った。

検証の結果、25cm S-DEM画像と点密度分類モデルを組み合わせることで、目視による崩壊地抽出に対して約87~92%の高い整合率で崩壊地を自動抽出できることが確認され、広域災害時における状況把握作業の大幅な省力化に寄与する可能性が示された。

一方で、点密度の違いや崩壊の形態(大規模地すべりや亀裂・小規模崩壊等)によって抽出精度に差異が生じることが明らかとなった。実際の災害対応での活用に向けては、抽出の網羅性と誤分類の抑制のバランスを考慮しつつ、多様なデータ特性に対応可能な教師データの拡充と推論モデルの最適化が求められる。

今後は、さらなる精度向上を図るとともに、崩壊地のみならず、斜面内の亀裂や地すべり性の斜面変動が抽出可能なモデルについても検討していきたい。

参考文献

1) 菊地輝行・秦野輝儀・千田良道・西山 哲 (2017): S-DEMデータを利用した地すべり地における変動ベクトル解析技術の開発, 応用地質, Vol. 57, No. 6, pp. 277-288.