

3 次元点群データを活用した道路斜面災害リスク箇所の抽出

岡山大学 学生会員 ○秋田 庄亮

岡山大学 正会員 西山 哲

国際航業株式会社 非会員 王 婷

国際航業株式会社 正会員 藤木 三智成

1. 序論

近年、気候変動によるゲリラ豪雨等によって、落石事故などの斜面災害のリスクの増加が叫ばれている。しかし、現在の道路防災点検に使用される空中写真や森林基本図は図面精度が低いため、机上調査における落石発生源の見落とし・見逃しが問題となっている。図面精度を向上させる手段として、航空レーザから取得した点群データの活用が挙げられる。崎田らは航空レーザデータから作成した落石発生源を強調した図面を提案し、比高 1.5m 以上かつ傾斜角 60 度以上の急崖地形の抽出が可能であることを報告している¹⁾。一方で、調査地が一区画であるため、図面にて落石発生源の特徴が表現される詳細な条件を把握できていないことが課題となっている。そのため、本研究では以上の課題を解決し、効率的で高精度な道路防災点検における机上抽出手法を確立することを目的とし、崎田らが対象とした調査地とは異なるエリアで得た航空レーザデータを用い、落石発生源となり得る急崖を強調した微地形強調図(図-1.1)を作成する。この図と防災カルテに記載されている落石発生源位置を比較することで、図面の机上抽出精度を確認する。また、高精度な図面の判読には依然として判読者の定性的な判断や専門性に依存してしまうため AI を用いた机上抽出手法を検討する。検証には他現場にて作成した AI モデルを使用し、検出結果と防災カルテを比較することで精度を確認する。

2. 微地形強調図の作成方法

微地形強調図は等高線図、傾斜量図、ウェーブレット解析図を重ね合わせることで作成する。等高線図は凹凸から尾根谷の判別が可能であり、高低差を表現できるが、等高線間の地形変化や急勾配な箇所を明確に表現できない。傾斜量図は濃淡から落石発生源となり得る急崖の抽出が可能であるが、高低差の指標がない

め尾根谷の区別がつきにくい。ウェーブレット解析図は、マザーウェーブレットと地表面との相関から地形の起伏を表現した図であるが、傾斜や高低差の指標がないため尾根谷の区別がつきにくい。以上のように微地形図にはそれぞれ長所と短所があるため、重ね合わせることで情報を補完し落石発生源となる急崖を強調した微地形強調図が完成する。なお、作図には点密度 3.4 点/m² の航空レーザデータを使用し、急崖の特徴が微地形強調図上にて凸地形は赤色、凹地形は白色で現れるように配色を行った。机上抽出の際には赤色から白色になっている急崖地形に着目し、判読を行う。

3. 検証結果

調査地を一般国道 180 号線総社市種井とし、防災カルテに記載されている落石発生源箇所において微地形強調図上に先述した急崖の特徴が表現されているかを確認し、その結果を図-1.1 上に示す。なお、調査範囲は防災カルテをもとにエリア 1 とエリア 2 に分割した。

4. 検証結果の考察

検証結果をまとめると、全落石発生源箇所 19 箇所中 15 箇所の特徴を確認した。抽出できなかった 4 箇所の落石発生源の内、3 箇所は転石で、1 箇所は規模が小さな急崖であった。特徴を抽出できなかったいずれの箇

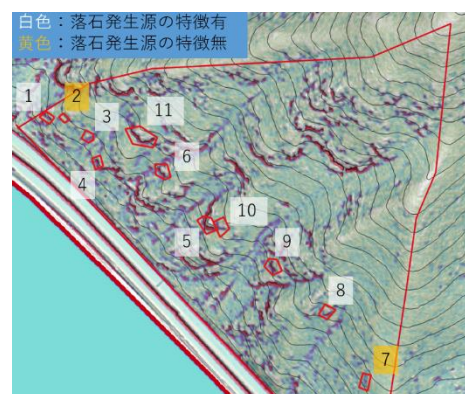


図-1.1 微地形強調図の比較結果(エリア 1)

キーワード 道路防災点検, ウェーブレット解析図, 微地形強調図, サポートベクトルマシン
連絡先 〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中 3-1-1
岡山大学 TEL 090-7135-2496

所の高さは0.6mから1.0mであった。これに対し、1.0mや0.8mの高さの落石発生源でも特徴を得ることができた箇所があるため比高1.0m付近の落石発生源の抽出箇所は不正確となった。

また、抽出可能な落石発生源の条件を調べるため、グリッドデータから落石発生源箇所の線分を抽出し、比高と傾斜角を求める。また、その結果を図-4.1に示す。ここから、本調査地において机上抽出に必要な落石発生源の条件として点密度3.4点/m²では比高1.6m以上かつ傾斜角50度以上の急崖が限界であった。また、転石箇所については点群上で形状を確認することができず、現状の点密度では捉えきれないことが分かった。

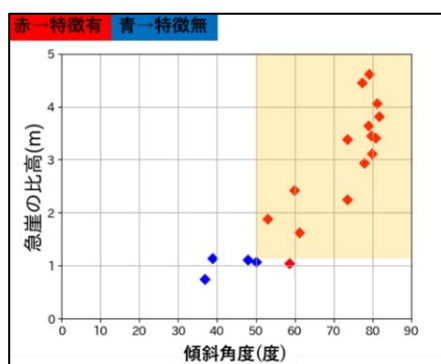


図-4.1 調査箇所の比高と傾斜角

5. SVMによる落石発生源の自動抽出手法の提案

微地形強調図の判読には、依然として判読者の定性的な判断が要求される。したがって判読者に依存しない机上抽出手法の確立のため、本章では既往にて得られた一般国道53号線見御津草の点群データより作成したAI判読手法を提案する。また、その精度を防災カルテと比較することで検証する。なお、分類にはサポートベクトルマシン(SVM)を利用した。

6. 検証結果

傾斜量図、ウェーブレット解析図における抽出結果を図-6.1にまとめる。傾斜量図では19箇所中15箇所を抽出し、目視では判読できた2箇所の検出ができなかった。ウェーブレット解析図では19箇所中16箇所を抽出した。抽出数は傾斜量図より多い結果となったが、目視判読できたエリア2,3番を検出することができなかった。エリア2,3番は、両図において検出できなかったが、モデル構築の際に谷地形(図-6.1)を別地形としたことより発生した誤分類であると考えられ、傾斜

量図におけるエリア1,3番とウェーブレット解析図におけるエリア1,7番は同じ理由から検出されなかったと考えられる。残りの箇所が両図において検出されなかった原因は各微地形図において比高、傾斜角ともに十分な急崖の特徴がなかったからであると考えられる。

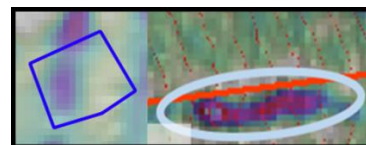


図-6.1 左) エリア2,3 右) 谷地形例

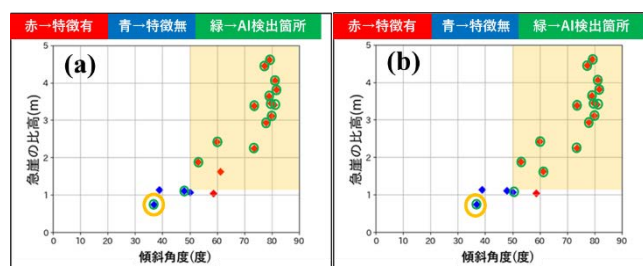


図-6.2 抽出結果

(a: 傾斜量図, b: ウェーブレット解析図)

7. まとめ

本研究では、第一章で述べた目的をもとに、検証を実施した。その結果、次のことが分かった。

- 点密度約3.4点/m²の点群データから作成した微地形強調図の判読性能は比高1.6m、傾斜角度50度程度の急崖が限界であった。この課題を解決するためには点密度を向上させる必要があると考えられる。方法として計測を植生の少ない冬季に実施すること、測量高度を限界まで低下させること、航路を往復させること等の方法が有効であると考えられる。

- SVMを用いたAIモデルは傾斜量図とウェーブレット解析図の検出結果を合わせると目視判読が可能であった15箇所中14箇所を検出した。また、目視では判読できなかった箇所を1箇所検出できたため、目視と組み合わせて判読することで机上調査の効率化に繋がると考える。しかし、誤分類が発生していたため教師データの見直しが必要である。

8. 参考文献

- 崎田晃基・菊池輝行・西山哲：地形量図を用いたサポートベクトルマシンによる落石発生源の検出 p147-157,2021.