

地形特性と衛星画像を用いた表層崩壊に伴う流木発生危険箇所予測の可能性

茨城大学大学院 学生会員 ○佐藤 梓

筑波大学大学院 佐久間 東陽

茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター 正会員 桑原 祐史

1. はじめに

平成 29 年 7 月九州北部豪雨が記憶に新しいが、流木を伴った土石流の流下により、下流域に甚大な被害を及ぼす流木災害が顕在化し、橋梁の閉塞や流出、河川の氾濫、家屋破壊を引き起こすなど大きな問題になっている¹⁾。

流木・土石流対策としては、主として透過型砂防堰堤などの流木捕捉工が用いられており、その形式や形状は砂防基本計画指針にて取りまとめられている²⁾。しかし、具体的な設置場所についての記述は少ない。

国土の約 7 割を占め広域に分布する森林内の、すべての溪流に流木対策工を設置することは、限られた人員・予算では困難である。そこで、広域性・周期性という特長がある衛星リモートセンシングを活用し、流木の発生危険性の高い箇所を予測することで、より有効かつ効率的な対策が可能になると考える。そのような中で、林野庁では地形要因から流木発生危険箇所の推定が行われているが³⁾、地形要因は時間的に変化しにくく、森林内の樹木の時間的な動態を考慮する必要がある。

そこで本研究では、林野庁で規定されている既存の山腹崩壊危険度判定方法に¹⁾、森林内の樹木の動的な要因を考慮するために、衛星画像を用いて植生指標の時系列変化を算出し、流木発生危険箇所予測に有効であるか否かを評価することを目的とした。以下に解析目標を示す。

- (1) 林野庁の山腹崩壊危険度判定を行い、実際の被害地点と比較することで結果の検証を行う。
- (2) 一般的に植生のバイオマス量が最大となる 8 月に観測された衛星画像から植生指標を算出し、10 年間の時系列変化を求める。
- (3) ROC 曲線下面積 (AUC) を用いて(1)、(2)について判別性能の評価を行う。

2. 方法

平成 29 年 7 月九州北部豪雨被災地である福岡県朝倉

市・東峰村と大分県日田市、梅雨前線や台風、融雪による流木被害が問題となっている新潟県十日町市と津南町を対象地域とした。

2.1 山腹崩壊危険度判定

林野庁「平成 26 年度山地災害等対策調査(流木災害対策手法検討調査)委託事業報告書」¹⁾に従い、数値標高モデル (DEM: Digital Elevation Model) を用いて、100 m × 100 m メッシュごとに対象地域の評価を行った。

2.2 衛星画像を用いた NDVI の算出

植生の活性度を表す正規化植生指標 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)を、衛星画像から式(1)を用いて求め³⁾、その時系列データの回帰直線の傾きを算出した。NDVI の値は、-1~+1 の値域をとり、植生の活性度が高いほど+1に、低いほど-1に近づく。

$$NDVI = \frac{NIR-R}{NIR+R} \quad \dots(1)$$

NIR: 近赤外バンドの反射率

R: 可視赤バンドの反射率

衛星画像は、長期観測が行われており時系列解析に適している Terra/ASTER(空間分解能 15 m)と Landsat5/TM, Landsat7/ETM+, Landsat8/OLI(空間分解能 30 m)の画像を米国地質調査所より、2007 年から 2016 年の 10 年分入手し、解析に使用した。

2.3 ROC 解析を利用した判別性能の評価

ROC 曲線とは、閾値を変化させたときの偽陽性率と真陽性率による各点を結んだものである。その曲線と横軸、縦軸で囲まれた面積を AUC(Area Under the ROC curve)といい、これを評価に用いた。一般に定義されている評価基準をもとに⁴⁾、本研究では 0.7 未満 (poor), 0.7~0.8 (acceptable), 0.8~0.9 (excellent), 0.9 以上 (outstanding)として評価した。判別性能評価に用いる参照データとして、国土地理院にて公開されている正射画像判読図(朝倉地区・東峰地区)から 100 m メッシュの 2 値化画像(土

キーワード: 流木, 山腹崩壊, 衛星画像

連絡先: 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学大学院理工学研究科 国土空間情報研究室

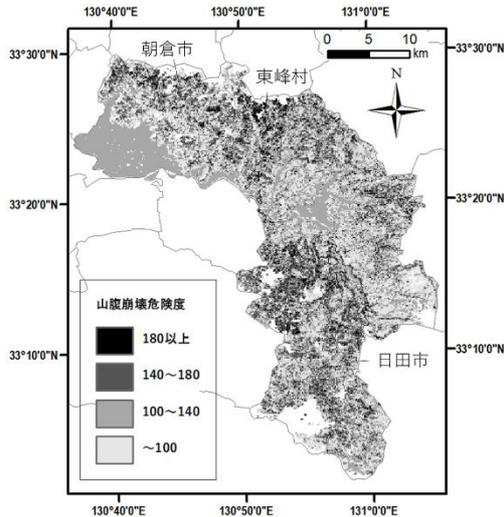


図-1 九州北部豪雨被災地の山腹崩壊危険度判定結果

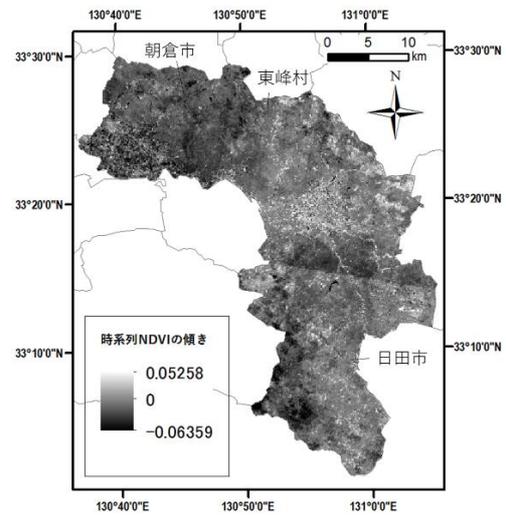


図-2 九州北部豪雨被災地の NDVI 時系列変化 (傾き)

砂崩壊地を 1, それ以外を 0) を作成し, 国土数値情報の都市地域 (2011 年) のみを抽出した画像を用いた.

3. 結果と考察

3.1 山腹崩壊危険度判定

山腹崩壊危険度点数表を用いて, 九州北部豪雨被災地について判定項目の点数付けを行ったものを図-1 に示す. 点数が高いほど山腹崩壊の危険性が高いと考えられる. しかし, 九州北部豪雨の土砂崩壊地との比較を行ったところ, 山腹崩壊危険度が低いにもかかわらず, 土砂崩壊が起こった地点も多々見受けられた.

3.2 NDVI の時系列変化の解析

衛星画像より作成した 10 年間の NDVI 時系列変化の各指標 (回帰直線の傾き・最大値・最小値・平均値) から, NDVI の時系列変化の回帰直線の傾きを算出した結果を図-2 に示す. ここで山腹崩壊危険度が低く土砂崩壊が発生していた点を見ると, 概ね NDVI が減少していた (傾きが負). このことから, 土砂崩壊に植生の活性度の低下が起因する可能性が示唆された.

3.3 ROC 解析による判別性能の評価

山腹崩壊危険度判定結果, 時系列 NDVI について判別性能評価を行ったところ, AUC はそれぞれ 0.37 と 0.80 であった. 九州北部豪雨被災地については, 山腹崩壊危険度判定の判別性能は非常に劣悪であった. しかし判定項目の要素である傾斜, 土層深 (連続値で評価される項目) の AUC はそれぞれ 0.78, 0.71 であったことから, 地形要因とは別の要因が対象地域の土砂崩壊に影響した可能性がある. この要因として, 九州北部豪雨では, 時間雨量 100 mm を超える豪雨が比較的狭い範囲に降ったこと

から, 降水量や流量等, 本研究で考慮されていない要因について今後モデルに加えていく必要も伺える. また, 山腹崩壊危険度の各項目における重み付け (点数付け) が適切でない可能性があるため, 検討が必要である. さらに, 年齢級の AUC は 0.68 と若干低く, 森林簿の欠損部分の補完方法についても改善が必要である. また, 今回は山腹崩壊危険度の評価方法¹⁾に沿い, メッシュサイズを 100 m×100 m で評価したが, 実際の崩壊箇所が評価メッシュに対し小さい範囲の箇所もあり, 判別に影響したと考えられる. NDVI に基づいた指標の判別性能は, 高い値 (AUC=0.80) を示したため, 検討項目に加える必要性が示されたといえる.

4. おわりに

本研究により山腹崩壊危険度判定は, 地形要因以外の要因に影響される可能性, 土砂崩壊に植生指標 NDVI が起因する可能性が示された. 今後は, 地形要因以外の要因 (降水量, 河川流量等) を考慮した検討, 年齢級の補完方法, 評価メッシュサイズの見直しを行い, 異なるケースにおいても同様の結果が得られるか検討する必要がある.

参考文献

- 1) 林野庁:平成 26 年度流域山地災害等対策調査 (流木災害対策手法検討調査) 委託事業報告書, 2015.
- 2) 国土技術政策総合研究所:砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編), 2016.
- 3) C. J. Tucker : Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. Remote Sensing of Environment,8, pp.127-150,1979.
- 4) David W. Hosmer : Applied Logistic Regression Second Edition, pp160-164,2000.