

植生の活性度に着目した崩壊予測指標に関する基礎的研究

西日本高速道路エンジニアリング四国(株) 正会員 ○伊藤 博信
 西日本高速道路エンジニアリング四国(株) 正会員 内田 純二
 西日本高速道路エンジニアリング四国(株) 正会員 橋本 燎

1. 目的

近年、のり面では降雨傾向の変化により、線状降水帯など短時間のまとまった降雨による災害リスクが高まっている。短時間のまとまった降雨による被害は、平成30年の豪雨災害における立川地区の土砂流出や愛媛県の南予地方で多く見られたように、まとまった降雨が地表面付近を流下することで、表層が崩壊して土砂の流出する形態で多く発生している。一方、これまでの高速道路での斜面崩壊の崩壊予測は、対象区間の確率雨量や崩壊時の雨量を参考にするか、土壌雨量指数により斜面内に過去の降雨が貯留した水分量を利用しており、それらには斜面の土質等を踏まえたパラメータは含まれていない。また、土質条件等を崩壊予測に利用するためには、地質調査や土壌水分計、水位観測孔、移動量観測計器等の設置が必要となり、現状では四国内の全てののり面を網羅することは不可能である。そこで今回は、「斜面の土質や水分の保水等は植物に影響を与え、植生の活性度の変化となって現れる」との仮説から、人工衛星画像をもとに植物の活性度の変化を捉えることで、新たな斜面崩壊の指標の一つとして活用するための基礎的な検討をした。

2. 松山自動車道 上野地区における災害

松山自動車道の松山IC～伊予IC間の上野地区において令和2年7月7日～7月8日に未明にかけてもたらされた降雨により表層が崩壊して本線に土砂が流出した。図-1は災害発生時の降雨である。

上野地区の災害は7月7日AM10:10にお客様の通報により発生を確認して、10:15に通行止めを実施している。災害発生時の降雨は10:00の連続雨量の通行止め基準を下回る173mm、最大時間雨量は同時刻の10:00に観測された時間雨量22.5mmであった。災害発生時の降雨は、過去30年間の気象庁松山観測所の時間雨量と連続雨量から求めた確率雨量では、最大時間雨量は2年確率程度の降雨、連続雨量は5年確率程度の確率雨量であった。このことはある程度のまとまった降雨で災害が発生しているものの、過去に何度も経験している降雨で斜面が崩壊しており、これまでの降雨で崩壊しなかった斜面がなぜ今回の降雨で崩壊したのか、崩壊前に何かしらの兆候はあったのかなどの疑問が残る。このことは、雨量観測のみでは崩壊予測は困難であることも示唆している。



図-1 上野地区 災害発生時の降雨量

3. 人工衛星画像

近年、国立研究開発法人 産業技術総合研究所が公開する「LandBrowser¹⁾」で過去から現在までの人工衛星キーワード 崩壊予測, 衛星画像, 植生

連絡先 〒760-0072 香川県高松市花園町三丁目1番1号 西日本高速道路エンジニアリング四国(株)

TEL 087-834-1121

星画像が公開されている。公開されている人工衛星画像のうち今回は米国地質調査所 USGS が公開している「Landsat8」の人工衛星画像を使用した。

公開されている画像は、空間分解能（解像度）は 30m メッシュ程度と低いものの、電磁波の波長域ごとにそれぞれの BAND に区分されている特徴がある。

人工衛星では太陽が地球を照らした電磁波の反射を撮影している。電磁波の反射は照射された対象物により異なる固有の反射特性・放射特性をもち「Landsat8」では位置情報をもった TIFF 画像として提供されている。表-1 は提供されている 11BAND（11 枚）の画像の諸元である。

今回の検討では、BAND4（可視光赤色）、BAND5（近赤外）の画像に着目している。

健全な（活性の高い）植物は活発に光合成を行うことから、光合成に必要な赤の波長域の光をよく吸収するとされている。よって、活性の高い植物ほど赤色（BAND4）の光を吸収して反射が弱まり値は小さくなる。また、BAND5（近赤外）は植物の葉緑素に反射するとされている。このことから、近赤外（BAND5）の値から赤色（BAND4）の値を引くことで、活性が高い植物ほど大きな値を示す活性度となる。今回の検討では、式-1 に示す強化型植生正規化指標 WDRVI²⁾を用いて植生の活性度を求めた。

$$\cdot \text{強化型植生指標 WDRVI} = \frac{(\text{近赤外 BAND5} \times \alpha^* - \text{赤色 BAND4})}{(\text{近赤外 BAND5} \times \alpha^* + \text{赤色 BAND4})} \dots (\text{式-1})$$

※： α は係数で今回は既往資料より $\alpha = 0.1$ を採用した。

4. 対象衛星画像

平成 30 年豪雨災害に被災した高知県立川地区の災害発生直前の 2018(平成 30)年 4 月 20 日、松山道上野地区の災害発生直前の 2020(令和 2)年 5 月 11 日の衛星画像を対象に活性度を求めた。また、過去の活性度と崩壊直前の活性度の変化を把握するために、2014(平成 26)年 5 月 11 日の衛星画像でも活性度を求めた。

5. 活性度の比較

過去と崩壊直前の活性度の変化を明瞭に把握するために式-2 により活性度の変化に着目した画像を作成した。式-2 では、活性が低下すると値は 1 に近づき、活性が高まると値は -1 に近づく。

$$\cdot \text{活性度の変化画像の正規化} = \frac{(\text{過去の WDRVI 画像} - \text{崩壊直前の WDRVI 画像})}{(\text{過去の WDRVI 画像} + \text{崩壊直前の WDRVI 画像})} \dots (\text{式-2})$$

図-2 は活性度の変化を示す活性度変化画像である。これにより、上野地区、立川地区において過去から崩壊直前の間に崩壊範囲周辺の活性度と比較すると活性度が変化することを確認した。

6. おわりに

崩壊範囲において衛星画像から植生の活性度の変化を捉えられる可能性が示唆された、しかしながら、崩壊と活性度の関係は不明なこともある。今後は、検討範囲の樹種、地質、地下水の分布状況等も考慮したモデルを作成して精度の確保につなげることを予定している。

参考文献 1)産総研(2017):LandBrowser, <https://landbrowser.airc.aist.go.jp/>

2)アジア航測株式会社(2016):平成 27 年度途上国森林劣化整備事業,pp.2-9-2-20

表-1 Landsat8 で提供される画像諸元

バンド	波長域(μm)	解像度(m)	種類	主な用途	カラーイメージ
1	0.43 - 0.45	30	可視光	海岸線/エアロソル	
2	0.45 - 0.51	30	可視光	青色	
3	0.53 - 0.60	30	可視光	緑色	
4	0.63 - 0.68	30	可視光	赤色	
5	0.85 - 0.88	30	近赤外	植生	
6	1.56 - 1.66	30	中間赤外	植生/水域	
7	2.10 - 2.30	30	中間赤外	鉱物/資源	
8	0.50 - 0.68	15	緑～近赤外	高画質	※5
9	1.36 - 1.39	30	中間赤外	雲検知	
10	10.60 - 11.19	100	熱赤外	地表面温度	
11	11.50 - 12.51	100	熱赤外	地表面温度	

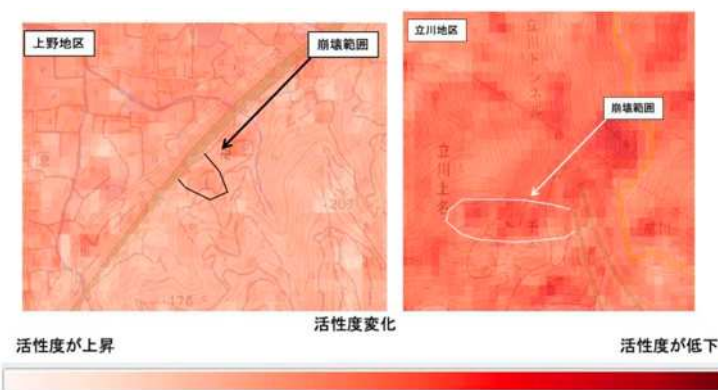


図-2 活性度変化図