

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

衛星リモートセンシングを併用したマスマーブメントの危険度評価法の開発

星川 圭介¹⁾
渡部 直喜²⁾
若井 明彦³⁾
蔡 飛³⁾
王 功輝⁴⁾
古谷 元¹⁾

1) 富山県立大学工学部 2) 新潟大学災害・復興研究所 3) 群馬大学理工学部
4) 京都大学防災研究所

研究要旨

我が国有数の豪雪地域で有りかつ活構造による脆弱な斜面を有する新潟県・姫川流域の周辺を試験地として、衛星リモートセンシングによるマスマーブメント（地すべり・斜面崩壊）の領域および危険性の推定手法の開発を進めた。使用したのは解像度 10m-20m の光学センサ Sentinel-2 および解像度 3.25m の合成開口レーダ PALSAR-2 のデータである。雪崩の一因となる融雪期の積雪の偏在については、標高帯と植生指数区間ごとに積雪指標の中央値を求め、各ピクセルの値との偏差を取ることで示すことができた。一方、地すべり域の検出については滑落崖に着目して試みたが、滑落崖の規模に比べて 10m という解像度は不十分であることが明らかになった。干渉 SAR を用いた集団移動も試み、地すべり域を横切る道路面において良好な干渉が得られたものの、変位の検出には至らなかった。

A. 研究目的

マスマーブメント（地すべり・斜面崩壊）の分析については現在多くの部分を現地観測や目視判読によっている。本研究の目的は、急速な発展を遂げている衛星リモートセンシング技術のマスマーブメント研究への適用可能背について検討することである。具体的には地すべり滑落崖の抽出、融雪期地すべりの要因となる積雪分布の評価、干渉 SAR による地すべり移動の検出を試みた。

B. 研究方法

現地調査

マスマーブメント（地すべり・斜面崩壊）領域の実情を把握するために現地調査を 2019 年 11 月 3 日から 4 日にかけて行った。防災科研 J-SHIS Map に掲載の地すべりのうち、「新鮮または開析されていない冠頂を持つ滑落崖」周辺を UAV によって撮影し、植生密度や地形等のデータを取得した。

残雪域分布解析

残雪期の積雪量は標高に強く依存するものと考えられるが、地形的に積雪が多い、あるいは日陰で融雪が進みにくいといった理由による残雪の局所的偏在が地すべりの挙動に影響を与えている可能性がある。光学センサにより観測された分光反射率より積雪分布を推定し、さらに標高や植生の影響を除去することによってそうした多残雪領域の抽出を試みた。

使用したデータは 2019 年 4 月 6 日と 16 日に取得された Sentinel-2 の地表面反射率 (Level2A) である。Sentinel-2 のデータは無償配布されているうえ解像度が 10m-60m 四方と比較的高く、さらに 2 台の衛星による観測体制が取られているため最短 5 日周期のデータが入手可能である。

植生指数からの滑落崖の検出

滑落崖のなかでも特に植生が少なく検出しやすいものと期待される「新鮮または開析されてい

ない冠頂を持つ滑落崖」に着目して正規化植生指数 (NDVI) からの滑落崖の検出を試みた。使用したのは2019年9月8日取得の Sentinel-2 データである。

干渉 SAR による地すべり移動の検出

2016年9月13日, 2017年9月12日, 2018年9月11日に取得された PALSAR-2 データを用いて, 組み合わせを変えながら2時点間の地盤変動の抽出を試みた。対象範囲は姫川とその支川大所川の合流部南西の地すべり土塊周辺とした。

C. 研究結果

残雪域分布解析

図1に標高帯ごとの積雪指標中央値を示す。標高500mから1000mの間で標高依存が顕著であること, 4月6日から16日にかけて同じ標高帯で指標の大幅な低下が生じていることが見て取れる。この標高帯では中央値からのばらつきも大きく, これには地形や日当たりのほか, 植生によって上空観測から積雪が遮蔽されていることが影響しているはずである。300m以下での再上昇は河川敷や道路など積雪以外の影響と考えられる。

図2は標高帯(100m刻み)ごとの積雪指標中央値からの偏差(積雪指標偏差)を各ピクセルにおいても, さらに植生指数の値の幅(0.1刻み)ごとの積雪指標偏差の中央値からの偏差を各ピクセルにおいて求めたものである(二重偏差)。二重偏差の正の値が大きいほど同一標高・植生条件下において積雪指標の値が大きいことを示している。

対象領域である大所川流域周辺の中でとりわけ大きな値が得られたのは図2に示した大所集落周辺であった。若干の植生依存は残っているものの植生の多寡と無関係に二重偏差が分布している箇所も多く見受けられた。

植生指数からの滑落崖の検出

図3は植生指数の分布に「新鮮または開析されていない冠頂を持つ滑落崖」の線を重ね合わせたものである。UAVによる観測では滑落崖周辺の植生密度が明らかに低くなっている様子が観測されたが, Sentinel-2の植生指数分布から滑落崖の存在と植生指数の関係は読み取れない。

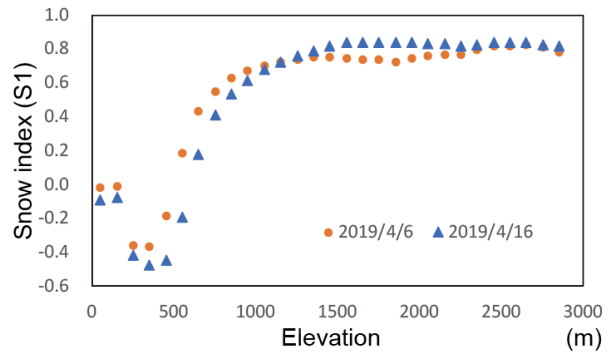


図1 標高帯ごとの積雪指標中央値

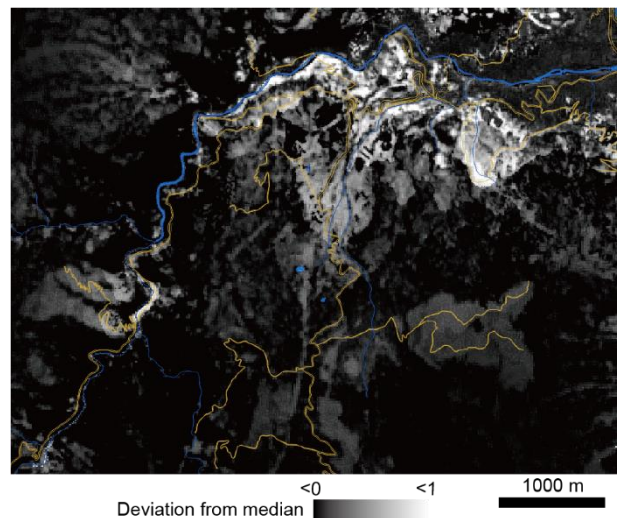


図2 積雪指標の標高・植生別中央値からの偏差

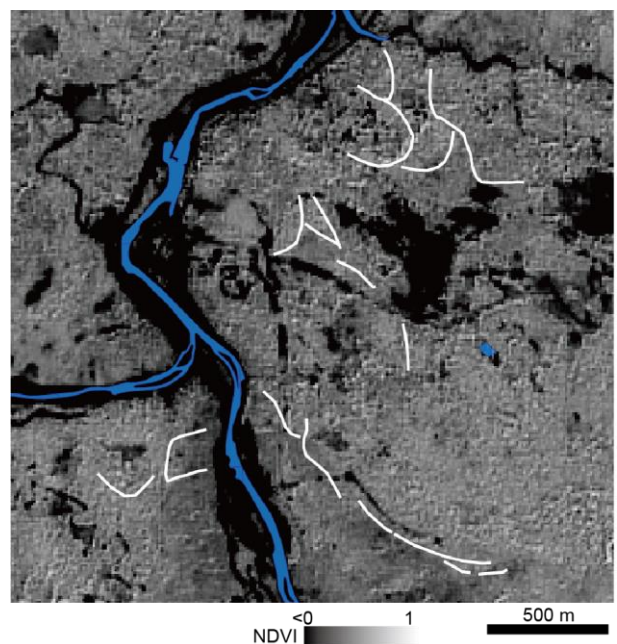


図3 植生指数と滑落崖

干渉 SAR による地すべり移動の検出

いずれの組み合わせにおいても地すべり土塊を横切る道路沿いにおいて高い干渉性が得られたが、明らかな方向性を持った位相変化は確認できなかった。

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

D. 考察

衛星から観測される積雪域には、標高に依存する実積雪量のほか、植生による遮蔽効果が強く影響している。今回得られた積雪指標の二重偏差は概ね植生と無関係に分布しており、植生の影響を軽減したうえで局所的な残雪域の偏在の抽出できたと考えられる。

植生指数によって滑落崖が検出できなかった原因としては10m-20mという解像度が滑落崖の規模に比べて低かったということが挙げられる。滑落崖の検出には最低でも解像度数 m の画像が必要と考えられる。

干渉 SAR による地すべり移動解析について、干渉性が得られたにもかかわらず方向性を持った位相変化は確認できなかった原因については、大気の影響等が考えられるが、詳細は不明である。今後、様々な地すべり土塊を対象として確かめていく必要がある。

E. 結論

融雪期の地すべりの要因となる残雪についてはその偏在性を解像度 10m 程度の衛星リモートセンシングデータによって十分推定しうることが示された。一方で滑落崖を検出する目的において解像度 10m は不十分である。干渉 SAR による地すべり移動の検出については引き続き検討を行う。

F. 研究発表

1. 論文発表 (掲載誌名・巻号・頁・発行年を記入し、
掲載論文あるいはPDFファイルを別紙で1部提出)

なし

2. 学会発表 (学会名・発表年月・開催地なども記入)

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし