

新潟大学災害・復興科学研究所  
共同研究報告書

衛星画像解析と現地実測データを併用したマスマーブメントの機構解析と  
危険度評価

研究代表者 星川 圭介<sup>1)</sup>  
研究分担者 渡部 直喜<sup>2)</sup>  
研究分担者 若井 明彦<sup>3)</sup>  
研究分担者 蔡 飛<sup>3)</sup>  
研究分担者 王 功輝<sup>4)</sup>  
研究分担者 古谷 元<sup>1)</sup>

1) 富山県立大学工学部 2) 新潟大学災害・復興科学研究所 3) 群馬大学環境創生部門  
4) 京都大学防災研究所

研究要旨

衛星リモートセンシングを地すべり調査に活用することを目的とした検討を行った。まず植生の種類や活性度と地すべり移動体域の空間分布の関係に注目し、光学衛星リモートセンシングによる分光反射特性と地すべり移動体域の関係を分析した。その結果、地すべり移動体域内の正規化植生が域外に比べて高くなる傾向があるなど、一定の関係性は認められたものの、地すべり移動体の検出に利用できるほどの相関は得られなかった。今後より詳細な情報を用いた検討が必要である。また干渉 SAR についても移動体領域における干渉縞の生成には至らなかったため、今後、対象領域を変化させつつデータを増やしての再検討を行う。

研究目的

地すべりに関する調査は地形図や空中写真等の判読、現地における各種探査やサンプル調査等によって行われている。本研究ではこれら従来の手法に加えて、衛星リモートセンシングを併用する手法の開発を目的とする。

衛星リモートセンシングは空中写真に比べて広域の観測が可能であり、各種土砂災害の状況把握にも広く用いられている。ただし大規模な滑動から時間が経過して地表面に明瞭な特徴が露出していない地すべりの観測については、特に光学衛星の利用は進んでいない。

本研究では、数値標高モデルを補助的に用いながら、植生と地すべり移動体域との関係に着目して光学衛星データによる地すべり移動体域抽出の可能性について検討を行った。また地震等による地殻変動に広く用いられている合成開口レーダを利用した干渉 SAR を用いた地すべり移動体域

検出についても試みた。

研究方法

対象地域は姫川支流の大所川流域とした。本流域の地すべりは規模が大きく空中写真では全体像が把握できないことから、衛星データを用いた調査が実現できれば効果的であると考えられる。過去から現在にわたって断続的に滑動していることが確認されており、過去から現在までのデータを用いた長期的な動態を検討することも可能である。

地すべりの分布と植生の種類には密接な関係があるとされており、例えば高岡 (2013) は尾根部 (地すべり域外) ではコナラ、滑落崖ではフサザクラ、移送堆積域ではカバノキ林が卓越するなどとしている。植生の種類や活性度は分光反射特性に影響を与えることから、本研究では多バンド光学衛星画像の分光反射特性と地すべり移動体

域の空間分布の関係を評価した。植物群落の活性度については可視光赤と近赤外バンドを利用した正規化植生指数 (NDVI) を指標とした。また植生の種類についてはより多くのバンドの分光反射特性に表れるものと想定し、*k*-means 法によるクラスタリングを利用した。

光学衛星画像データとしては LANDSAT-8OLI (2013 年 8 月 14 日取得) に C 法による地形効果補正を実施し、さらに反射率への変換を行ったものを用いている。このほか地すべり移動体域については防災科学技術研究所による「地すべり地形分布図データベース」、数値標高モデルデータについては国土地理院の「基盤地図情報」によった。また植生と地すべり域の関係を考察する参考として環境省による「1/25,000 植生図 GIS データ」も用いた。図 1 に分析の流れを示す。

干渉 SAR については 2016 年 9 月 13 日, 2017 年 9 月 12 日, 2018 年 7 月 3 日, 2018 年 9 月 11 日に取得された ALOS-PALSAR2 のいずれも下降軌道データを用い、大所川流域の部分を切り出して干渉ペアを変えながら処理を行った。

これら衛星リモートセンシングデータの解析に先立ち、2018 年 9 月 1 日および 2018 年 11 月 1-2 日に現地調査を実施し、UAV による植生状況の取得などを行った。

## 研究結果

### ① 移動体域と NDVI

図 2 に地すべり移動体内外および種別ごとの NDVI 頻度分布を示す。頻度の単位はピクセル数でありピクセルサイズは 10m 四方である。わずかではあるが移動体内において高い NDVI が高頻度で分布していることが分かる。移動体域では滑落崖

などよりも土層が厚く、植生が高密度で分布している可能性がある。

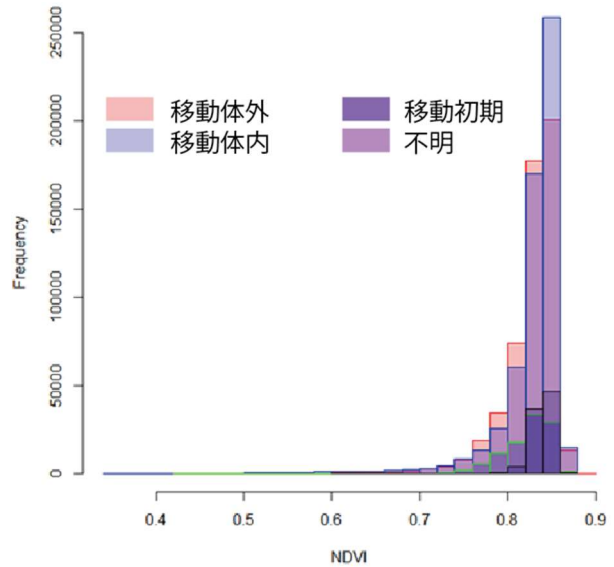


図 2 地すべり移動体内外および種別ごとの NDVI 頻度分布

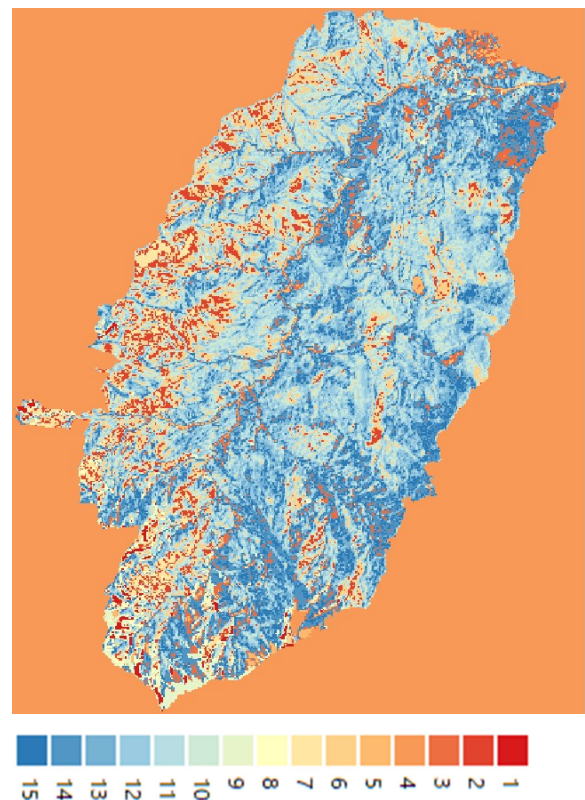


図 3 k-means 法による Landsat-8OLI 画像クラスタリング結果

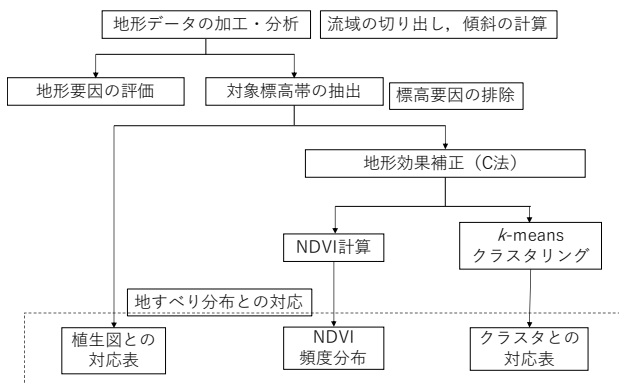


図 1 光学衛星画像データ処理の流れ

表 1 移動体域と生成クラスタの重複状況

	移動体外	移動体内	移動初期	不明
2	17,673	17,396	1,632	1,766
3	20,995	18,940	6,449	659
4	1,720	60	16	0
5	4,334	9,251	378	36
6	53,183	53,959	5,599	6,586
7	1,517	689	0	108
8	269	637	0	0
9	351	1,128	108	0
10	81,981	97,736	11,003	17,652
11	92,721	120,224	14,067	25,096
12	93,654	102,749	16,494	19,549
13	75,661	74,302	16,627	11,056
14	38,471	28,162	12,278	1,665
15	55,131	46,485	17,041	5,006

## ②移動体域とクラスタ

図 3 には光学衛星画像の  $k$ -means 法によるクラスタリング結果、表 1 には生成されたクラスタと地すべり移動体域との関係を示す。クラスタ 4 や 7 は地すべり移動体域外に比較的多く分布し、クラスタ 5, 7, 8, 9 は地すべり移動体域内に比較的多く分布していることが読み取れる。しかし全体的にはクラスタの空間分布と地すべり移動体の空間分布の間に顕著な相関は認められなかった。

## ③干渉 SAR による地すべり移動の検出

取得した 4 時点の SAR データの干渉ペアの組み合わせを変えながら干渉処理を行ったが、いずれも移動体域において移動による干渉縞は見られず、むしろ稜線沿いに干渉縞が生じる結果となった。

また対象領域の切り出しの範囲によって干渉縞が表れる領域が異なる結果となった。

## 考察

分光反射特性と移動体域の間に一定の関連は見られたものの、地すべり移動体の抽出に用いることができるほどの相関関係ではない。顕著な相関が認められなかった要因の一つとして滑落崖

を地すべり領域外と一括して取り扱ったことが挙げられる。空中写真等を併用して滑落崖の領域を特定し、植生分布との対応をより詳しく見ていく必要がある。

また分類に関しては教師無しのクラスタリングである  $k$ -means 法によったため、地すべり移動体域の特徴量が十分に表れなかったことも考えられる。UAV により地すべり移動体内外の植生に関する特徴量を分析し、機械学習による分類を行うことにより、地すべり移動体域の抽出精度が向上することも考えられる。

さらに地すべり地域に特有な複雑な地形により地形効果補正が十分に行えなかったことも低相関の要因であると考えられ、今後の対応が求められる。

干渉 SAR による分析では適切な領域設定が移動体域抽出の上で重要である可能性が示唆された。また今回は下降軌道のデータのみを用いたため、今後は上昇軌道のデータも含めた分析が必要である。

## 結論

植生と地すべり移動体の空間分布については一部で関係が認められたものの全体的に相関は低く、今後はより詳細な現地観測を含めた検討が必要である。

干渉 SAR を用いた移動体領域の検出については十分な結果が得られなかった。今後は抽出に適した対象領域の範囲の検討、および異なる軌道において取得された SAR データを用いての検討を行う。

## 研究発表

該当なし

## 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

該当なし

## 参考文献

高岡 貞夫 (2013) 地すべりが植生に与える影響：特に長期的な視点からの研究の意義について『植生学会誌』30, 133-144