

衛星データと数値地形解析による崩壊斜面特性の把握

環境リモートセンシング研究室 中源俊朗

指導教官 力丸 厚

向井幸男

1. はじめに

新潟県は地すべり、土砂崩れ、斜面崩壊、土石流などの土砂災害多発地域として知られている。特に信濃川の支流である魚野川流域においては土砂災害や洪水を発生しやすい重荒廃地として指定されている地帯が日本国内全 14 箇所うちの 2 箇所も分布しており、またその源流もほとんどが荒廃地となっている。

平成 16 年 7 月 13 日に記録的な降雨をもたらした新潟・福島集中豪雨、さらにこの集中豪雨によりけっして磐石ではなかった地盤がさらに緩んでいた中で同年 10 月 23 日に新潟県中越地震が発生した。数多くの斜面崩壊や道路の損壊、芋川の河道閉鎖など被害は拡大する結果となった。災害による被害を増大させないためにも災害状況を迅速に把握する必要がある。災害発生箇所の特徴を広域的に把握することは非常に有意義なことであり、また山岳において豪雪・暴風雨等により災害が誘発されやすい環境状態に陥った時、危険地域の推測が可能ならばその被害を軽減することが期待できる。

本研究では、新潟県中越地震により多くの被災を受けた新潟県山古志郡山古志地区における崩壊斜面特徴の把握を試みるために、リモートセンシング技術による山岳地帯を主とした広域的な崩壊斜面特性の把握及び崩壊危険箇所の推測を目的とした。

2. 使用データ

- ・ LANDSAT5-TM
空間分解能 30m、120m (熱赤外)
観測日 1999 年 8 月 1 日
- ・ LANDSAT7-ETM+
空間分解能 30m、60m (熱赤外)
観測日 2002 年 9 月 2 日
- ・ DEM (Digital Elevation Model)
10m メッシュ
- ・ 株式会社パスコ作成の新潟県中越地震の被災状況図

3. 解析の流れ

地形特徴データとして、4 方向の傾斜角・地形浸食量、地形凹凸量データをそれぞれ算出し、地形分類を行った。地形特徴データと被災状況図を使用して崩壊斜面箇所を選定し、その地形箇所に類似している地形を抽出した。抽出した類似地形内における熱・植生分布から崩壊斜面特性の把握および崩壊危険箇所の推測を試みた。熱分布は地形を考慮した温度偏差データを使用した。

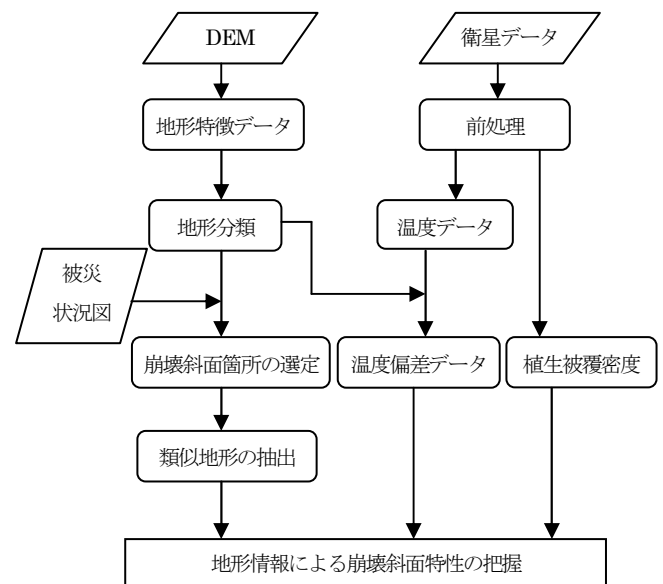


図-1 解析フローチャート

4. 崩壊斜面箇所の類似地形の抽出

①地形特徴データ

DEM 上で各ピクセルの東西南北に隣接する標高データの差分をとり、それぞれの標高差分データから 4 方向の傾斜角を算出した。また、浸食量・凹凸量の算出を行い、計 6 つの地形特徴データを DEM から抽出した。崩壊斜面箇所の地形特徴を把握するために算出した 6 つの地形特徴データを用いたクラスタ分類による地形分類を行った。

②崩壊斜面箇所抽出

山古志地区の被災状況図（空中写真：株式会社パスコ）から崩壊斜面箇所を抽出する。ただし、抽出された崩壊斜面箇所内には崩壊土砂堆積区域も含まれているため、DEMから算出した4方向の傾斜角を用いて、最大傾斜角が30°以上の箇所を崩壊斜面箇所として絞り込んだ。

③トレーニングエリアの選定

地形特徴に偏りがないように比較的規模が大きく一様な斜面をもつ崩壊斜面箇所をトレーニングエリアとして6つ選定した。選定した各トレーニングエリアおよびその地形特徴データを以下に示す。

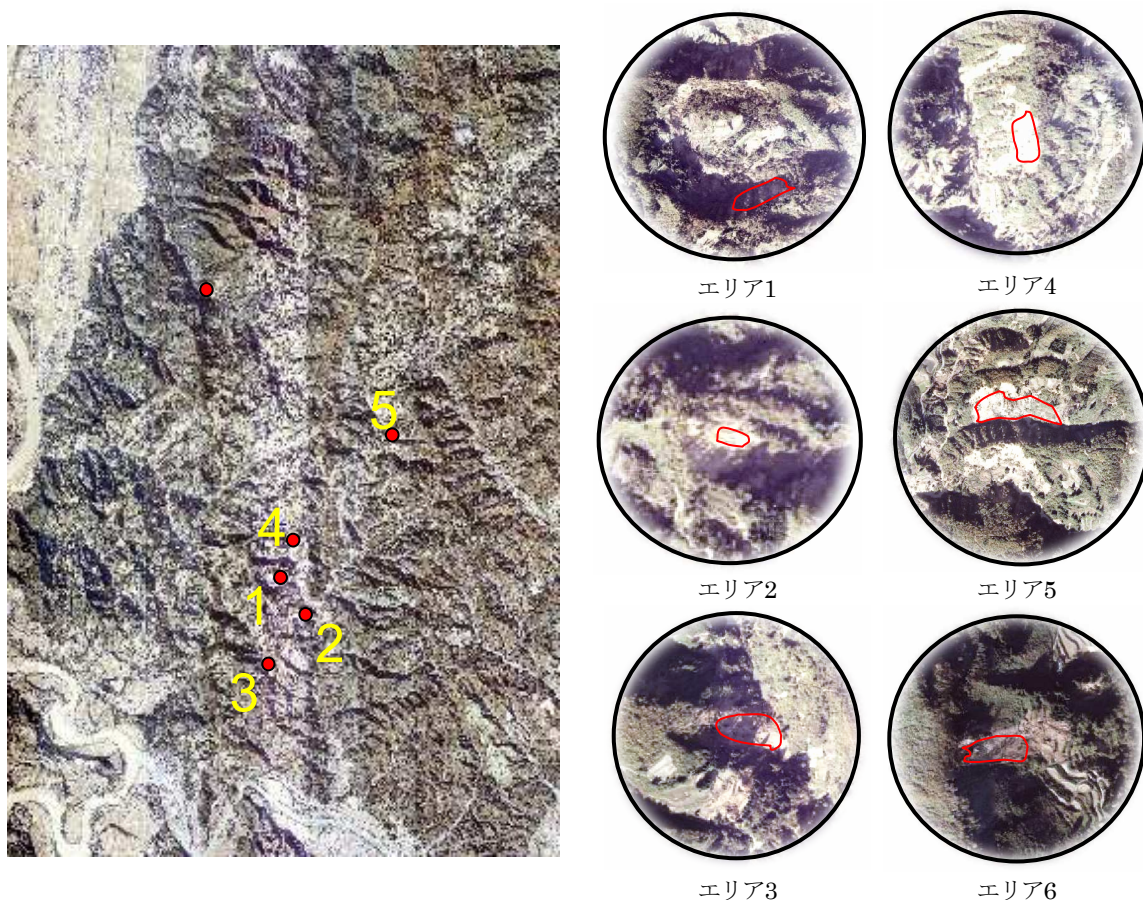


図-2 トレーニングエリア

表-1 トレーニングエリアの地形特徴データ

エリア	傾斜角 (度)				浸食量 (m)	凹凸量 (m)
	西	北	東	南		
1	-15.8	-34.1	17.2	37.3	11.2	-0.4
2	40.9	17.6	-35.9	-11.0	12.5	-0.8
3	30.6	-5.9	-31.8	4.6	7.5	0.1
4	-40.8	8.4	42.1	-8.1	3.8	1.6
5	-4.1	36.0	2.3	-38.4	9.6	0.2
6	33.2	-18.2	-32.6	17.5	9.9	-0.1

④類似地形の抽出

各トレーニングエリアの地形特徴データを元に特徴空間における標準化ユークリッド距離を多変量の類似度計算により算出した。標準化ユークリッド距離が短いほど地形の類似度は高いと判断される。

各トレーニングエリアによる地形類似度画像を用いて最大類似度合成を行い、標準化ユークリッド距離 1σ をしきい値として 1σ 以内の箇所を類似地形と判断し、抽出した。

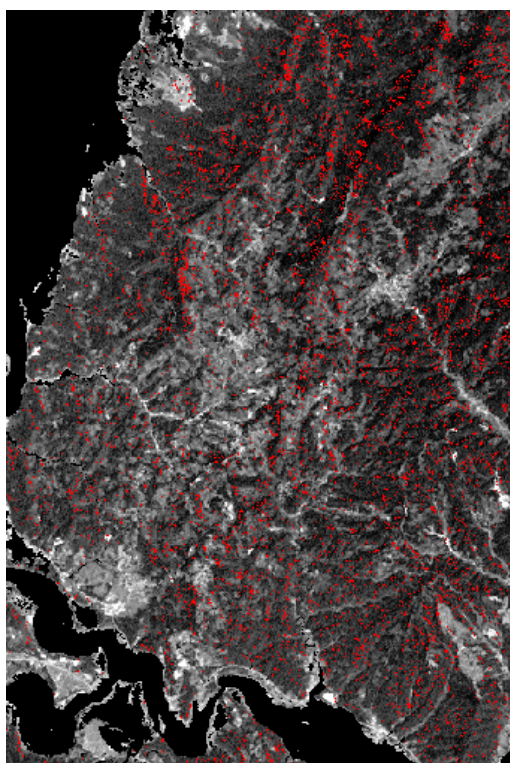


図-3 崩壊斜面類似地形分布図

⑤照合

被災状況図から抽出した崩壊斜面箇所と類似地形箇所との照合を行った。抽出した崩壊斜面箇所の11%が類似地形として抽出された。

対象領域北部の山岳地帯においては類似地形箇所の分布が多く見られたが、崩壊斜面箇所と照合している箇所が少なく崩壊発生に至っていない。これらの地域は崩壊の危険性を有する地域と考えられるが、山岳地帯の尾根付近ということから、斜面崩壊の発生による被害は大きくない。しかし、山古志村周辺（対象領域中央）に分布している類似地形箇所は人間への直接的な被害が十分に考えられる地域であるため危険地域として注意が必要であると示唆される。

5. 地形条件を考慮した熱分布特性

衛星データから画素値・放射輝度変換式及びプランクの放射法則式を使用して温度データの算出を行い、地形分類結果を用いて各 Class の平均温度と標準偏差を算出した。これにより平均 μ 、標準偏差 σ となる地形特徴を考慮した地形条件別熱画像を抽出した。また、2 時期における平均温度偏差を算出し、 $\mu - \sigma$ 以下を低温度領域、 $\mu + \sigma$ 以上を高温度領域として抽出した。

表-2 地形条件別温度データ

Class	LANDSAT5-TM		LANDSAT7-ETM+	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
1	43.9	1.98	37.0	1.31
2	43.1	1.21	36.5	0.78
3	42.4	1.32	36.2	0.74
4	43.3	1.83	36.7	1.18
5	42.0	1.34	35.7	0.80
6	42.6	1.29	36.0	0.75
7	42.9	1.24	36.5	0.76
8	42.0	1.33	35.5	0.78

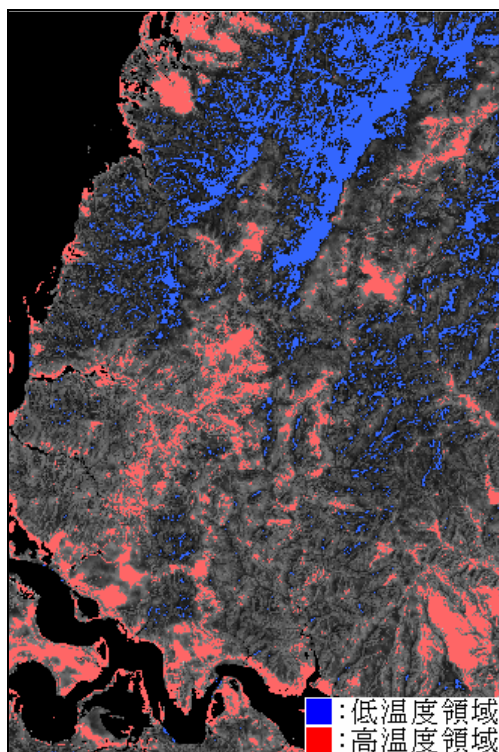


図-4 2 時期の平均温度偏差画像

6. 植生被覆密度の抽出

LANDSAT-TM、ETM+データから植生被覆密度 (Vegetation Density : VD) の抽出を行い、2 時期における平均植生被覆密度を抽出した。

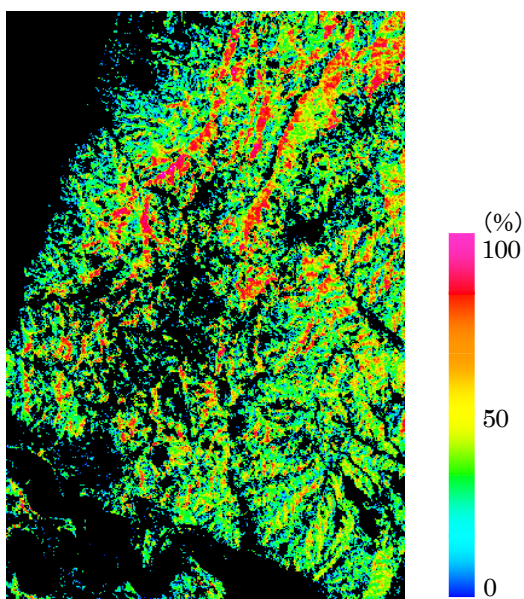


図-5 2 時期の平均植生被覆密度

7. 地形情報による崩壊斜面特性の把握

抽出した類似地形内において、2 時期の平均温度偏差と 2 時期の平均植生被覆密度の分布を調べた。それぞれを 3 段階に区切り、合計 9 つの色で表示した。平均温度偏差は高、低温度領域を決定する際に用いたしきい値を使用して 3 段階に、平均植生被覆密度はデータレンジを均等に 3 段階に分けた。図-6 にその結果の一部を拡大して示す。

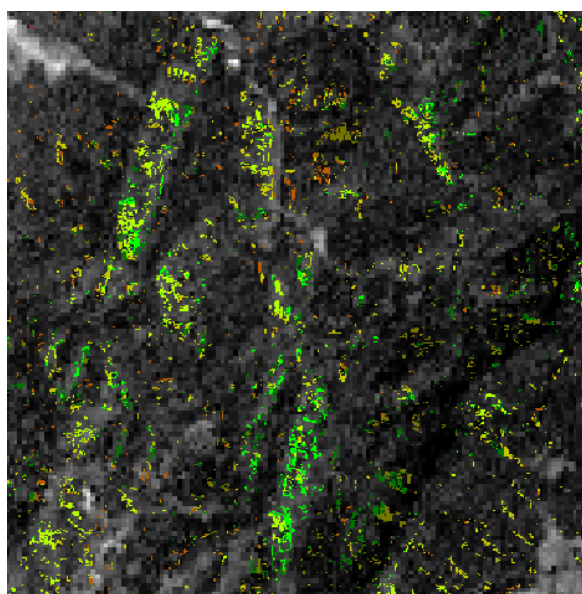


図-6 類似地形における熱・植生分布図

8. まとめ

新潟県中越地震により崩壊した数多くの傾斜面から比較的規模が大きく、急傾斜で一様な傾斜面を持つ箇所を選定し、地形特徴データを用いて地形類似度を標準化ユークリッド距離にて算出した。選定した崩壊斜面への類似地形として抽出された箇所において、被災状況図から絞り込んだ新潟県中越地震による全崩壊発生箇所の 11% を抽出することが出来た。

熱分布と植生分布の関係から湿潤型および乾燥型の崩壊危険箇所の把握を試みた。湿潤型および乾燥型の崩壊発生危険性を有する箇所を抽出することが出来た。以上より、衛星データと DEM を用いた崩壊危険箇所の推測の可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 島田政信・古田竜一・田殿武雄 ; RADARSAT による平成 16 年新潟県中越地震干渉解析結果 日本リモートセンシング学会誌 Vol.25、No1、2005、P83-98
- 2) 社団法人日本測量協会 日本リモートセンシング研究会編 図解リモートセンシング改訂版
- 3) A.Rikimaru,S.Miyatake : Development of Forest Canopy Density Mapping and Monitoring Model using Indices of Vegetation,Bare soil and Shadow,ACRS 1997
- 4) リモートセンシング技術センター 地球観測データ利用ハンドブックーランドサット編・改訂版

