

衛星画像データによる統計解析手法を用いた斜面崩壊危険性評価

関西大学大学院 学生員 森本 裕
 関西大学工学部 フェロー 楠見 晴重

1. 研究の背景と目的

わが国は、島国の特徴として地形起伏に富み、尚且つ気候は、典型的な温暖性気候帯に属している。そのため、台風、津波、洪水といった災害は後を絶たない。さらに、地球温暖化が進むにつれ 21 世紀末には発生する台風の数が増える一方、勢力は強大になる傾向があるとの試算が発表されている。すでに斜面崩壊の危険度評価に関する研究¹⁾²⁾がなされているものの、斜面崩壊箇所の事前予測が困難であることや、斜面崩壊の危険性のある箇所が非常に多いことなどの理由により、いまだ斜面崩壊による突発的災害を未然に防止するには至っていない。そこで本研究では、広域性・同時性・周期性といった特徴を有する衛星マルチスペクトルデータを利用し、斜面崩壊に関わると考えられる様々な要因の因果関係を数量化理論³⁾により解析し、斜面崩壊予測への衛星マルチスペクトルデータの適用性について検討を試みた。そして、その結果を基に斜面崩壊危険性評価図⁴⁾を作成し、斜面崩壊危険性評価システムを構築することにより、未然に危険斜面を特定し対策を講じることを目的としている。

2. 衛星画像データ⁵⁾

本研究で使用したデータは、可視域から熱赤外領域にバンドを有する高性能光学センサ ASTER(Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)のものである。以下に ASTER の特徴を示す。

- (1) Table 1 に ASTER バンドの詳細を示している。
この表のように、幅広い波長域帯(可視・近赤外[VNIR]域に 3 バンド、短波長赤外[SWIR]域に 6 バンド、熱赤外[TIR]域に 5 バンド：全 14 バンド)を持つ。
- (2) 同一軌道からの立体視観測が可能。
- (3) 位置・高度などに関して、高精度を実現。
- (4) 全世界をカバーしている。
- (5) 安価である。

Table 1 Correspondence table of each band

Radiometer	band	Wavelength belt (μm)	Resolution
VNIR	1	0.52-0.60	15m
	2	0.63-0.69	
	3N	0.78-0.86	
	3B	0.78-0.86	
SWIR	4	1.600-1.700	30m
	5	2.145-2.185	
	6	2.185-2.225	
	7	2.235-2.285	
	8	2.295-2.365	
	9	2.360-2.430	
TIR	10	8.125-8.475	90m
	11	8.475-8.825	
	12	8.925-9.275	
	13	10.25-10.95	
	14	10.95-11.65	

なお、本研究で使用したデータは斜面崩壊が発生する以前に取得された 2002 年 5 月 27 日のものである。

3. 解析手法

本解析で使用した手法は、質的データの判別・予測分析のための方法論である数量化理論^類である。Table 2 は数量化理論に用いられる変数を示しているが、このように、説明変数 $X_i (i=1, 2, \dots, p)$ がそれぞれ m_i 個の選択肢を持ち、各選択肢が選択されれば 1、選択されなければ 0 を取るような m_i 個の変数 $C_{ij} (i=1, 2, \dots, p; j=1, 2, \dots, m_i)$ を定義する。

Table 2 Variable of qualification theory used for analysis

Induced variable (Crowd variable)		Explaining variable (Category variable)								
		X_1			X_2			X_3		
Y_1	Y_2	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{31}	C_{32}	
1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	
0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	
1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	
1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	
0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	
0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	
		⋮								
Value given to category		a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{31}	a_{32}	

ここで、各カテゴリーに特定の数値 $a_{ij} (i=1, 2, \dots, p; j=1, 2, \dots, m_i)$ を割り当てて、サンプルスコア(合性値) $Z = \sum \sum a_{ij} c_{ij}$ を計算することにより、各ケースがどの群に属するのか判別するのである。Table 2 に示した例について見てみると、例えば 1 番目のケースの判別を行うためには $a_{11} + a_{22} + a_{32}$ を計算し判別することとなる。

キーワード：斜面崩壊危険性評価，衛星，ASTER，数量化理論 類

〒564-8680 吹田市山手町 3 3 35 関西大学工学部都市環境工学科地盤システム工学研究室

4. 解析結果

斜面崩壊との関係性が高いと思われる4つのカテゴリーを用いて解析を行った。数量化理論を適用することにより得られた各カテゴリーに与える値 a_{ij} を Table 3 に示す。この値により、合性値 Z を計算し、斜面崩壊グループ(Y_1)と斜面未崩壊グループ(Y_2)の境界値は、Fig.1 に示すように $Z=0.13255$ となる。さらに、有効な斜面崩壊危険性評価図を作成するために、危険性の区分を「高」・「低」の二区分から「高」・「中」・「低」の三区分にすることとした。ここで三区分の「中」とは、 $Z=0.00395 \sim 0.13254$ の斜面崩壊発生箇所も斜面崩壊未発生箇所も数多く存在している範囲であり、Fig.2 の斜面崩壊危険性評価図においては黄色で示すこととした。こうすることで、防災対策工を行う際の優先度を示すことができると考える。また、斜面崩壊発生箇所の見逃し率が 33.9%、過抽出率が 26.7%であり、同程度の精度になったということは評価できるのではないかと考えられるが、今後さらなる絞込みが求められる。

5. まとめ

本研究において、一番重要である斜面崩壊発生箇所の見逃し率が低かったことが評価できる。よって斜面崩壊予測に衛星画像データを適用することは可能であるといえる。また、数量化理論 類を用いることにより、説明変数 X_i (本研究においては傾斜・植生指標・斜面方位・表層地質)・従属変数 Y_i (本研究においては斜面崩壊箇所・未発生箇所)共に定性的な問題を定量的な問題として取り扱うことができた。そして、当初の目的であった斜面崩壊危険性評価図の作成ができた。しかし、その精度に関してはさらに向上させる必要があることから、今後さらに検討を要する。

参考文献

- 1) 大林成行・小島尚人・藤井克史：衛星マルチスペクトルデータを適用した地すべり危険箇所の評価精度の向上，土木学会論文集 No.534/ -30，pp.173-184，1996。
- 2) 佐藤浩・関口辰夫・神谷泉・本間信一：斜面崩壊の危険度評価におけるニューラルネットワークと最尤法分類の比較，日本地すべり学会誌 Vol.42, No.4, pp13-22, 2005。
- 3) 田浦秀春：土木技術者のための統計解析(モデル解析)，吉井書店，1985。
- 4) 大林成行：実務者のためのリモートセンシング(データ処理/解析の基礎から見積書・仕様書の作成まで)，フジ・テクノシステム，p216-236，1995。
- 5) 財団法人 資源・環境観測センター(ERSDAC)：資源・環境リモートセンシング実用シリーズ 1(宇宙からの地球観測)，チクマ秀版社，p167-169，2001。

Table 3 Value a_{ij} given to each category

a	j		
	1	2	3
1(slope)	0.32108 (Less than 15degrees)	0.13554 (Less than 25degrees)	0 (25degrees or more)
2(NDVI)	-0.13159 (Others)	0.05294 (Conifer tree)	0 (Broad leaf tree)
3(aspect)	-0.12684 (North)	-0.33222 (South)	0 (Others)
4(Surface geological features)	0.00537 (Gravel Mud Sand stone)	0.13256 (Granite)	0 (Others)

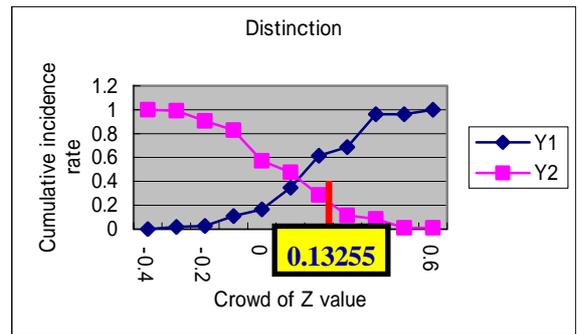


Fig.1 Boundary value Z decision

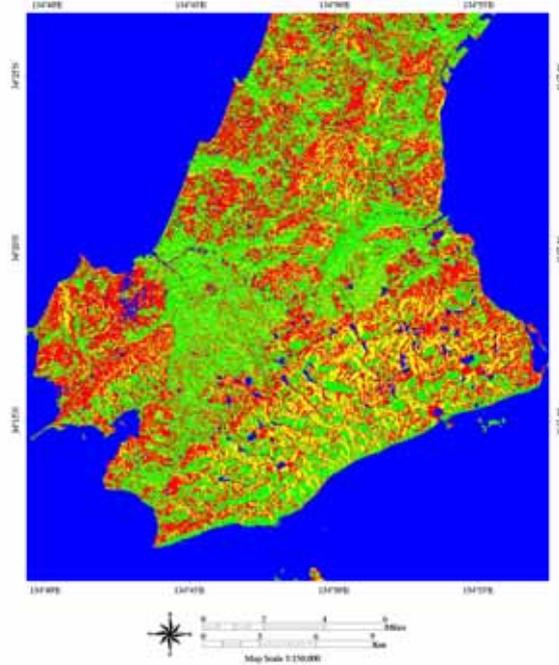


Fig.2 Failure of slope danger evaluation chart