第Ⅲ部門　　衛星画像データによる斜面崩壊危険性評価に関する研究

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

国土の大部分が山地におおわれているわが国は，豪雨や地震による斜面災害が頻発している．全国には，数万箇所の危険斜面が存在しており，これら全てについて何らかの対策を実施することは不可能である．本研究は，ソフト化対策の一つとして，衛星画像データによる斜面の維持・管理手法について検討を行ったものである．具体的には，2004 年 10 月に発生した台風 23 号により多くの斜面崩壊が発生した淡路島地区[1)]を対象として，斜面崩壊とASTERバンドとの関係について，数量化理論Ⅱ類[2)]を用いて定量的な解析を行い，斜面崩壊危険性評価法について検討した.

２．衛星画像データ

本研究で使用した画像データは，地球観測衛星 Terra に搭載されている地球観測センサ ASTER のもので，以下に示すような特徴を有している.

1)**表 - 1** は 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.

表 - 1　各バンドの対応表

放射計	バンド	波長域(μm)	空中分解能
VNIR	1	0．52～0．60	15m
	2	0．63～0．69	
	3N	0．76～0．86	
	3B	0．76～0．86	
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 ASTER 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Ⅱ類である．**表 - 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，…，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Σm_i個の変数C_{ij} (i=1，2，…，p；j=1，2，…，m_i)を定義する.

ここで，各カテゴリーに特定の数値a_{ij}(i=1，2，…，p；j=1，2，…，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．**表 - 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.

表 - 2　解析に用いる数量化理論の変数

従属変数(群変数)		説明変数(カテゴリー変数)								
		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
:									
カテゴリーに与える数値		a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{31}	a_{32}

Yu MORIMOTO, Harusige KUSUMI

4．解析結果

バンド 1～14 と斜面崩壊との関係を導くため，全てのバンドを用いて解析を行った．**表 - 3** は各バンドの相関係数を示しているが，近い波長域単位で高い相関が現れたため，本解析ではバンド 1・2 を合わせてX_1，バンド 3 をX_2，バンド 4～9 を合わせてX_3，バンド 10～14 を合わせてX_4とした．

表 - 3　各バンドの相関係数

band		VNIR			SWIR						TIR				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
V	1	1	0.9814	−0.431	0.7767	0.8353	0.863	0.8642	0.8731	0.8524	0.6255	0.6312	0.626	0.6541	0.6568
	2	0.9814	1	−0.454	0.7902	0.8466	0.8732	0.8745	0.8828	0.8665	0.6169	0.6248	0.6171	0.6473	0.6535
	3	−0.431	−0.454	1	−0.099	−0.351	−0.35	−0.348	−0.378	−0.367	−0.368	−0.38	−0.375	−0.386	−0.405
S	4	0.7767	0.7902	−0.099	1	0.9111	0.9256	0.9197	0.9032	0.8965	0.6217	0.618	0.613	0.6402	0.6363
	5	0.8353	0.8466	−0.351	0.9111	1	0.9869	0.978	0.9738	0.9626	0.7441	0.7419	0.7352	0.7708	0.7693
	6	0.863	0.8732	−0.35	0.9256	0.9869	1	0.9825	0.9806	0.966	0.7369	0.7348	0.7288	0.7624	0.7602
	7	0.8642	0.8745	−0.348	0.9197	0.978	0.9825	1	0.9905	0.9743	0.7377	0.7362	0.7285	0.7614	0.7601
	8	0.8731	0.8828	−0.378	0.9032	0.9738	0.9806	0.9905	1	0.9752	0.739	0.7377	0.7303	0.7635	0.7646
	9	0.8524	0.8665	−0.367	0.8965	0.9626	0.966	0.9743	0.9752	1	0.7283	0.7279	0.7192	0.7541	0.759
T	10	0.6255	0.6169	−0.368	0.6217	0.7441	0.7369	0.7377	0.739	0.7283	1	0.994	0.9926	0.9839	0.9766
	11	0.6312	0.6248	−0.38	0.618	0.7419	0.7348	0.7362	0.7377	0.7279	0.994	1	0.9968	0.9861	0.9784
	12	0.626	0.6171	−0.375	0.613	0.7352	0.7288	0.7285	0.7303	0.7192	0.9926	0.9968	1	0.9847	0.9766
	13	0.6541	0.6473	−0.386	0.6402	0.7708	0.7624	0.7614	0.7635	0.7541	0.9839	0.9861	0.9847	1	0.9811
	14	0.6568	0.6535	−0.405	0.6363	0.7693	0.7602	0.7601	0.7646	0.759	0.9766	0.9784	0.9766	0.9811	1

図 - 1 はディシジョンツリー法[3]を用いて作成した斜面崩壊危険性評価図である．赤い箇所が斜面崩壊の危険性が高く，緑の箇所の危険性が低いということを示しているが，島内の山地部分の多くが赤くなっている．これは，斜面崩壊が発生した箇所と，未発生であった箇所のスペクトルが類似していたことが考えられ，さらなる危険箇所の絞込みが必要となる．しかしながら本研究で最も重要視しなければならない，斜面崩壊が実際に起こっていたにも関わらず，本解析で危険性が低いと判定されたものの割合，すなわち斜面崩壊発生箇所の見逃し率が 11.9%であったことは評価できる．一方，斜面崩壊が実際には起こっていないにも関わらず本解析で危険性が高いと判定されたものの割合，すなわち斜面崩壊発生箇所の過抽出率が 55.2%と低かったことが問題点として挙げられ，今後の精度向上が求められる．

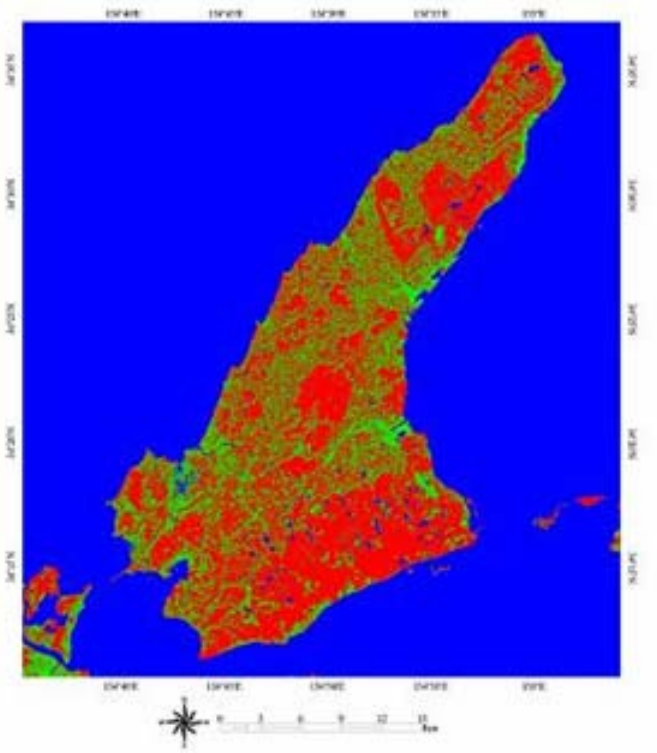

図 - 1　斜面崩壊危険性評価図

5．まとめ

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Ⅱ類を用いることにより，説明変数X_i(本研究においてはASTERのバンド)・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) 平成 16 年台風 23 号関西圏地盤災害緊急調査団：平成 16 年台風 23 号による関西圏地盤災害調査報告書，地盤工学会，2005.
2) 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.
3) 荒川泰・立川哲史・荒木強：衛星データを用いた地滑り・斜面崩壊箇所の予測・抽出手法の研究開発，物理探査学会第 113 回学術講演会論文集，pp.91-94，2005.