

衛星リモートセンシングを用いた地盤情報解析

広島工業大学 正会員 島 重章
 広島工業大学 正会員 吉國 洋
 中国建設弘済会 正会員 ○藤原 圭介

1. はじめに

昨年の、6/29 広島豪雨災害は未曾有の土砂災害をひきおこし、多大な被害をもたらした。このような地盤災害を予知・予測して回避できる有効な手段は、未だ集成されたものはほとんどないのが現状であるが、地域ごとに事前対策としての地盤データを集積することが近年重要視されている。

そこで本研究は、近年の新しい調査技術の1つである衛星リモートセンシングを用いて、電磁波の反射分光特性を利用して対象物の状態や性質、地表面の被覆状況を把握・分類し、得られる情報を地盤工学的なデータとして捉え、地盤災害の基礎的資料として適用を試みる。更には、数量化理論Ⅱ類を用いた、斜面崩壊危険度予測を行い、広域情報としての地盤災害予測のための基礎的なデータを作成することを目的としている。

2. 解析対象地域と使用データ

解析地域は主として Fig 1 に示す、広島市とその周辺を対象とし、南北約 40km×東西約 40km 範囲を解析対象地域とする。さらに今回の災害で被害が報告されている広島市安佐北区亀山及び久地を含む枠で囲んだ地域において、数量理論Ⅱ類を適用して斜面崩壊危険度評価を行う。

使用した人工衛星データは、地球観測衛星 Landsat - 5 号、1998 年 4 月 20 日の観測データを用いて解析を行った。

3. 地盤データベース化への適用と画像解析

リモートセンシング技術を用いた広域地盤主題図作成の解析手順と、衛星データから得られる情報をデータベースへ適用するための位置づけを、Fig 2 に示した。衛星から直接的に得られる画像データを 1 次の地盤情報データ、演算処理や多変量データ解析などの結果を用いて得られる解析処理画像データを 2 次の地盤情報データ、さらに 1 次および 2 次データの中から崩壊要因に関するデータの抽出を行い、目的に応じた解析手法によって地盤災害等へ適用するものを防災関連データとし、地盤データベースの構築をはかるものである。

4. 地盤主題図作成

2 次地盤情報として、Log 変換によって正規化数値処理を行った比演算処理画像を用い、現地(地図)データと画像データ間の高い相関を示す関係を得るために多変量解析のうち重回帰分析を行い、得られた最良回帰式から風化度区分図や表層地質区分図等の地盤主題図を作成した。本研究では回帰式を求める段階的手法の 1 つとして、変数減少法を用いた。得られた画像がどの程度有効であるかを検討する方法として、ここでは重回帰係数および分散分析による F 検定・T 検定を用いる。また、各地盤主題図における重回帰分析結果を示したのが Table 1 である。これらの主題図は地形図との一致により GIS データとして作成可能である。

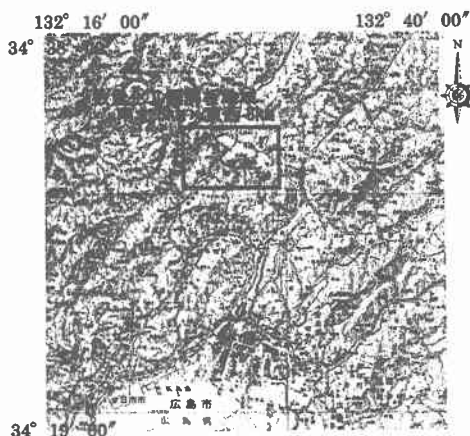


Fig 1 解析対象地域



Fig 2 解析手順

Table 1 重回帰結果および最良回帰式

地盤主題図	(X1), (X2), (X3), (X4)	相関係数(R)	回帰式
地形	R-25, R-37, R-67	0.917	-0.309X1+0.533X2-1.147X3+218.692
風化度	R-36, R-71	0.976	0.171X1+0.054X2-38.631
表層地質	R-34, R-53	0.895	-0.1471X1+0.559X2-95.537
土壌	R-24, R-26, R-27, R-46	0.877	-2.282X1+2.705X2-0.324X3-4.778X4+1162.153
土地利用	R-38, R-57, R-61, R-75	0.895	0.271X1-3.223X2-1.101X3-1.108X4+1201.835
傾斜	R-14, R-46	0.938	-0.982X1-1.014X2+433.405
水系	R-36, R-64	0.908	-0.170X1+0.292X2-31.175
土中水分	R-26, R-34	0.904	0.142X1-0.120X2+7.455

5. 数量化理論を用いた斜面崩壊危険度評価

数量化解析地域で、実際に数量化分析Ⅱ類に用いる地盤区分画像は、地形区分図、風化度区分図、植生区分図、表層地質区分図、土壌区分図、土地利用区分図、傾斜区分図、水系区分図、土中水分区分図の九つである。

数量化分析Ⅱ類により解析を行うにあたって、最も土砂崩壊の要因として関係の深いと考えられる風化度を外的基準として分析した。その結果より、相関比 0.85、偏相関係数、アイテム・カテゴリー表を Table 2 に示す。

外的基準を風化度とした数量化理論分析Ⅱ類の解析結果をスコア分布図の区分により Fig 3 のように色分けをして表示した。最も危険である斜面崩壊危険度ランク A を赤、続いてランク B を黄色、ランク C を青で表している。

6. 考察

得られた斜面崩壊危険度区分図を崩壊地域と照らし合わせたが、ほとんどの領域は危険度ランク A、または B に含まれていることが分かった。また数量化解析地域における亀山地域、久地地域以外の斜面崩壊地を照らし合わせてみても、往々に危険度ランク A, B 領域での崩壊は数多く認められた。これは数量化理論を用いた斜面崩壊危険度評価の信頼性を裏付ける結果と考える。しかし、若干ながら崩壊の予兆を見せる地域はあるものの、危険度ランク C の場所でも崩壊は起きており、その点を今後の研究において検討していく必要がある。また、ランドサットのように 1 ピクセル 30 m と低分解能であるが故に比較的大きな斜面崩壊を補足することしかできなかった。しかし、今後取得可能な高分解能衛星を用い、より小さな斜面崩壊や崩壊場所の特定可能となることで補完され则认为る。

7. まとめ

得られた地盤主題図によって、広島地域における新たな表層地盤分類図とすることが、建設工事や防災対策の基礎的資料を作成し、将来的には地盤情報データベース化への高度利用へとつながるものと考えられる。また、数量化分析による斜面崩壊危険度評価を行った結果、地盤災害予知・予測を可能にし、今後の防災の検討資料となることが期待される。

《参考文献》田邊雅之、島重章：人工衛星データを用いた地盤データベースの作成、地盤と建設 Vol.16, No1, 1998, pp.7-14。

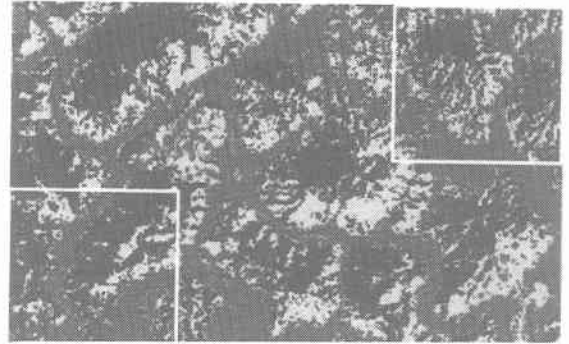
島、吉國、神谷、小川：衛星リモートセンシングを利用した法面崩壊発生の予測について、地盤工学会「土と基礎」

Vol.45, No6, 1997, pp.23-25

Table 2 アイテム・カテゴリー表

項目	アイテム	カテゴリー I	カテゴリー II	スコア
1	地形	山地 台地 低地	-0.3041 0.5262 1.2555	0.5707
2	表層地質	米面粘壤積 深成岩 固結堆積物	-0.0403 0.0061 0.024	0.0309
3	土壌	乾性褐色森 褐色森林土 灰色低地土	0.0251 -0.0057 -0.1710	0.0802
4	土地利用	森林 田畑 市街地	-0.0319 0.1808 0.0551	0.1199
5	植生	植生なし 活性度小 活性度中 活性度大	0.2768 0.0221 -0.0881 -0.0581	0.1479
6	傾斜	0° ~ 15° 15° ~ 30° 30° ~	0.4657 -0.0175 -0.1033	0.2394
7	水系	水系多 水系少 水系なし	0.0394 0.1957 -0.2253	0.3793
8	土中水分	高土中水分 中土中水分 低土中水分	0.0038 0.1544 -0.0477	0.1508
9	風化	表層弱風化 中風化 深層強風化 浸食地・他	(外的基準)	

亀山地区 90×90pix



久地地区 90×90pix

■ 危険度ランク A □ 危険度ランク B ■ 危険度ランク C

Fig 6 斜面崩壊危険度区分図 (290×190pix)