

パソコン斜面安定性評価支援システムにおける素因データ分析機能の開発

東京理科大学 大林成行、藤田圭一

東京理科大学 小島尚人、藤井松幸、藤井克史

㈱ 間 組 笠 博義

1. はじめに

著者らは様々な要因が複雑に関連しあって発生する「斜面安定性の評価」に関する課題を設定し1988年～1991年の過去4ヶ年にわたって斜面安定性評価モデルの構築とその実用化へ向けて積極的に研究を展開してきた。開発された斜面安定性評価モデルから得られた「斜面安定性評価図」は、数多くの適用事例および分析を通じてその有効性が立証された^{1)~2)}。この評価モデルは、広域性、同時性、周期性といった特徴を持つ衛星マルチスペクトルデータ（以下、衛星データ）を斜面崩壊現象を説明付ける素因の一つとして組み込む点に大きな特徴がある。また、このような成果と合わせ、誰しもが容易に利用できるコンパクトなシステムができないものかとのニーズが高まり、パーソナルコンピュータをベースとした斜面安定性評価支援システムの開発を行った。このシステムは斜面安定性評価に関わる過去の研究成果をベースとして、システムの概略設計から詳細設計に至るまで綿密な検討を加え、データファイルの構造、操作性やレスポンス等、種々の問題をクリアして開発された³⁾。このシステムはデータセットの整備がなされていれば、どの地域においても「斜面安定性評価図」を手軽に作成することが可能となっている。しかし、システムの開発ではシステム設計とソフトウェア開発の段階で多くの時間を要したため、評価に使用するデータ構造の分析や崩壊地として設定していくトレーニングデータの性質をより詳細に分析する機能等の開発に着手するに至らなかった。そこで、本研究開発では斜面安定性評価における分析精度の向上と、得られる評価図の信頼性を高めるべくパソコン斜面安定性評価支援システムにおける素因データ分析機能の開発を行うとともに各機能の有用性を評価した。

2. 研究の目的

本研究の目的は次の3点である。

①斜面安定性評価支援システムにおいて開発・追加

すべき分析機能を整理する。

②斜面安定性評価支援システムの設計思想を継承し、開発する分析機能の詳細設計及びシステム開発を行う。

③開発した分析機能のシステムテスト、デバック、チェックを通じて、システム全体としての検証を行う。

3. 分析機能のニーズ

パソコン斜面安定性評価支援システムは、「地すべり型」、「斜面崩壊型」等の様々なタイプのトレーニングデータを用いて分析することができる。しかし、毎年各地で斜面崩壊が後を絶たないことから、斜面崩壊現象についてさらに詳細な分析が行える機能の開発が望まれている。主なシステムニーズは以下の通りである。

①本評価モデルは、トレーニングデータとして実際の崩壊地を設定しており、選定したデータの信頼性が重要であることは言うまでもない。このことから、トレーニングデータの分析機能の開発が必要となる。

②パソコンシステムにおいて斜面の安定性を評価する際に用いられる地理データはその評価結果に大きな影響を及ぼすことから、各種の地理データ間の因果関係の詳細情報をユーザに提供する必要がある。

③衛星データを斜面安定性評価へ適用する上で、衛星データと地理データ間の因果関係を様々な視点から分析することができる機能を開発する必要がある。

以上のシステムニーズを踏まえ、本研究では誰しもが容易に操作することができる分析機能の開発を行う。

4. 分析機能の拡充

4. 1 開発目標の設定

多くの不明確な要因のもとで発生する斜面崩壊現象を分析するためには多角的な視点から分析できる機能が必要となることは言うまでもない。本研究における分析機能の開発は、斜面安定性評価に関する分析精度の向上と得られる評価図の信頼性を高める上で重要なアプローチとなる。システム開発のフィージビリティスタディの段階において、分析機能として有効なもの

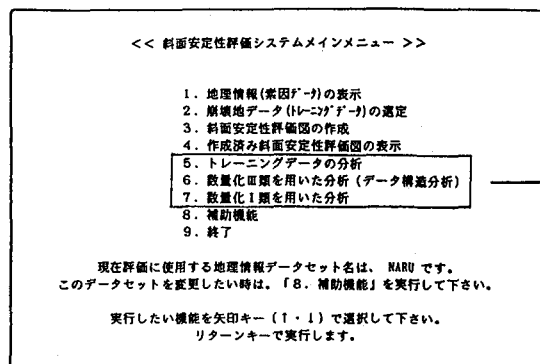


図-1. 1 メインメニュー画面

表-1 本研究で開発した分析機能

実行機能	取得するデータ	使用データ	出力内容	主な分析内容
数量化Ⅰ類の分析機能	数量化Ⅰ類 崩壊地データ	リモートセンシングデータ 地形データ 崩壊データ	カテゴリ別数値 地形図表示 崩壊図表示 レンダリング	リモートセンシングデータとアイテム間の崩壊図の分析を行う。
数量化Ⅲ類の分析機能 (データ構造分析機能)	地形データ 数量化Ⅲ類 崩壊地データ 斜面安定性評価図	地形データ 数量化Ⅲ類 崩壊地データ 斜面安定性評価図	地形図表示 数量化Ⅲ類 崩壊地データ 斜面安定性評価図	①対象エリアの全体的な特徴。 ②崩壊地データの特徴。 ③崩壊地データと全地形との関係関係。
トレーニングデータの分析機能	カテゴリ別数値 数量化Ⅲ類	カテゴリ別数値 数量化Ⅲ類	カテゴリ別数値 数量化Ⅲ類	①選択したカテゴリの特徴。 ②崩壊地のあるアイテム、カテゴリ。 ③崩壊地とアイテム、カテゴリとの関係関係。
トレーニングデータの分析機能	トレーニングデータの分析機能	地形データ 数量化Ⅲ類 崩壊地データ	アイテム、 カテゴリ別数値 数量化Ⅲ類	この機能によってトレーニングデータの系統を把握し、トレーニングデータの特徴をとらえる。

図-1 斜面安定性評価支援システムの構成

を選択していくことが重要な要素となる。本研究開発では斜面安定性評価支援システムの拡充すべき分析機能について入念に検討を行うとともに、各機能別に処理の流れや実際の操作面等を含め詳細設計を進めた。

具体的に設定した開発目標は以下の3種類である。

- ①トレーニングデータの分析機能
- ②数量化Ⅲ類の分析機能（データ構造分析機能）
- ③数量化Ⅰ類の分析機能

以上の機能については、操作面・機能面に十分な検討を重ねた上で、これまでのシステムに組み込む。本研究で開発した分析機能を組み込んだ斜面安定性評価支援システムは図-1に示すように、既存の機能に分析機能を追加した構成になっている。また、全ての機能を統合するため「メニュー」および「ファイル管理機能」等に若干の変更を加えた。図-1. 1に変更を行った「メインメニュー」画面を示す。この画面上から、迷うことなく既存の機能と分析機能がこれまでのシステムと同様の操作によって使用することができる。

4. 2 分析機能の開発

本研究で開発する機能の詳細は表-1の通りであり、以下順を追ってこれらの機能について説明する。

(1) トレーニングデータの分析機能

トレーニングデータを設定する場合には、実際に崩壊が起こった箇所や専門家の知見から得られる崩壊の危険性のある地点が選定される。選定されるトレーニングデータは評価結果と綿密な関係があることから、トレーニングデータの性質を十分に分析することが重

要な要素となる。これまでのシステムでは「斜面崩壊型」や「地すべり型」等の様々なトレーニングデータを対話形式で設定でき、繰り返し試行検討が行えるが、トレーニングデータそのものの性質について検証できる機能は十分ではなかった。本評価モデルによって作成される斜面安定評価図は、選定したトレーニングデータと土地の特性の類似した地域を算出することから、トレーニングデータを構成する素因そのものについても画面上で確認・分析できることが必要となる。そこでトレーニングデータのカテゴリ構成についてヒストグラム表示し、斜面安定性評価に関わる分析を支援できる機能を開発した。本機能はこれまでのシステムと同様に「データセットの概念」によるファイル管理方式を適用していることから、トレーニングデータの選択の際には、トレーニングデータファイルのみが表示される。概念の詳細については紙面の都合上割愛するが³⁾、この概念の適用は本システムの特徴の一つである。図-3にトレーニングデータの分析結果を示す。画面上には左から、選択した地理データ名、トレーニングデータ名、崩壊地の数が表示され、トレーニングデータのカテゴリの頻度と割合が数値とヒストグラムによって表示される。図-3の分析結果は、「地すべり型」トレーニングデータの「斜面方位」のカテゴリ構成を示したものであるが、トレーニングデータの特徴が明確に示されている。本機能は、以上のような処理を繰り返し簡便な操作によって行うことが可能となっている。

(2) 数量化Ⅲ類の分析機能（データ構造分析機能）

斜面の安定性を評価する上で斜面崩壊そのものについて分析を行う機能が必要となることは言うまでもない。これまでのシステムにはアイテム・カテゴリーの分析機能として、数量化Ⅱ類の分析機能が装備されており、アイテム・カテゴリーとトレーニングデータとの因果関係を分析することが可能となっている。しかし、斜面崩壊現象は、アイテム、カテゴリーに内在する複雑な因果関係によって発生するといわれており、崩壊発生メカニズムを解明するためには、これらの因果関係を何らかの指標で分析できることが望まれる。そこで崩壊の「有・無」といった目的変数を設定せず、アイテム・カテゴリーがお互いにどのような関連性をもつのかといったデータ構造分析に数量化Ⅲ類を適用した機能を開発した。

数量化Ⅲ類の演算がすべて終了すると、図-4に示すような個体数量散布図が分析結果として表示される。さらに、ここでは最下段に表示されているように10種類の機能を「PFキー」に設定した。機能の内容は表-2に示すとおりであり、崩壊地のみ個体数量散布図、カテゴリー数量散布図等、地理データ間の様々な分析結果を画面上に出力することができる。例としてカテゴリー数量散布図の表示機能について述べる。PF6キーを押した後に画面上にはカテゴリー数量散布図が表示される。しかし、画面グラフ上にプロットされた各点についての詳細を全て表示することは困難であることから、「カテゴリー数量散布図の凡例表示機能」を開発し、その機能をPF8キーに設定した。

この機能の稼働例を図-5に示す。表示されたカテゴリー数量散布図の画面上中央に矢印が表示され、マウスマウスカーソルを用いて自在に移動することができる。プロットされた各点に矢印を移動させ、マウスカーソルの左ボタンを押すことにより、選択した点のアイテム、カテゴリー名が画面右下にリアルタイムで表示される。このことにより、斜面崩壊現象のアイテム、カテゴリーの分布状態をより詳細に把握することができる。また、各分析結果は必要に応じてプリンタに出力することも可能である。

パーソナルコンピュータの処理能力と本研究で取り扱うデータの量を考えた場合、数量化Ⅲ類の演算処理を何度も繰り返し行うことは得策ではない。このため本機能においては作成した分析結果ファイルを保存し、ターンアラウンドタイムの向上を図っている。

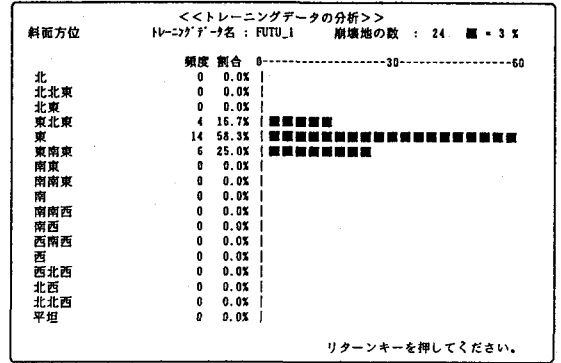


図-3 トレーニングデータの分析結果の画面

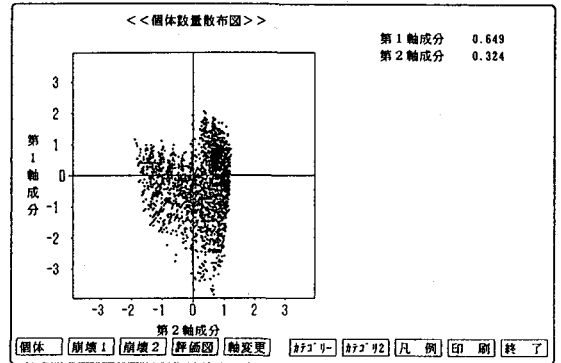


図-4 個体数量散布図の画面

表-2 散布図表示画面上のPFキーの機能

f・1キー	①個体数量散布図の表示
f・2キー	②崩壊地のみ表示
f・3キー	③崩壊地と未崩壊地の色分け表示
f・4キー	④評価図と同様の色分け表示
f・5キー	⑤相関軸の変更
f・6キー	⑥カテゴリー数量散布図の表示
f・7キー	⑦カテゴリー数量散布図の表示(地理データ毎)
f・8キー	⑧カテゴリー数量散布図の凡例の表示
f・9キー	⑨表示されている散布図のハードコピー
f・10キー	⑩メインメニューへの復帰

以上、本機能を用いることによりデータ入力等の煩わしい操作を一切必要とせず地理データ間の構造分析を行うことができる。また、数量化Ⅲ類の分析結果と数量化Ⅱ類の分析結果を組み合わせることにより、斜面安定性評価に対してより詳細な検討を行うことができる。

(3) 数量化Ⅰ類を用いた分析機能

広域性、同時性、周期性といった様々な長所を持つ

衛星データの斜面安定評価への適用について検討することは、これまでの研究テーマの1つとなっている。そこで斜面崩壊現象と衛星データの画像濃度値の関係を分析するために、数量化Ⅰ類を用いた分析機能を開発した。この場合の目的変量は衛星データ（ランドサットTMデータ）の1～7バンドのCCTカウント値、説明変量は地理データおよび崩壊地データとしてこれらを任意に選択することにより様々な分析ケースを設定することができる。これらの操作は、対話型で極めて容易に行えるように配慮されている。以上の操作の後に画面上には、図-6の数量化Ⅰ類の分析結果が表示される。カテゴリー数量、重相関係数、偏相関係数、レンジ等が画面上で確認できるとともに、レポートとしてプリンタに出力することもできる。この分析結果は、数量化Ⅲ類の分析機能と同様にファイルとして保存され、同様の分析を繰り返し行う必要がないように配慮されている。

5. 研究の成果

本研究の成果は次の4点にまとめられる。

①トレーニングデータの性質を検証する機能を開発した。これにより、数量化Ⅱ類の分析結果と照合することによって、トレーニングデータの性質を種々の視点から分析できるようになった。また、斜面崩壊は「地すべり型」、「斜面崩壊型」以外にも様々な形態のものが存在しており、本機能による分析からトレーニングデータをタイプ別に判別することが可能となった。

②数量化Ⅲ類を用いたデータ構造分析機能を開発した。このことにより、斜面崩壊現象に関連すると考えられるデータ構造の分析において、地域別、斜面崩壊タイプ別等、種々の視点からの分析が可能となった。

③数量化Ⅰ類を通じて斜面崩壊現象と衛星データとの因果関係を分析する機能を開発した。これにより、斜面安定性評価における衛星データの有効性の評価等、様々な分析が可能となった。

④対話型システムとして高い操作性を実現することができた。また、処理結果のファイル管理を通じてターンアラウンドタイムを向上させることができた。

6. 今後の展望

今後の展望として以下の2点を考えている。

①トレーニングデータや作成された各種のデータフ

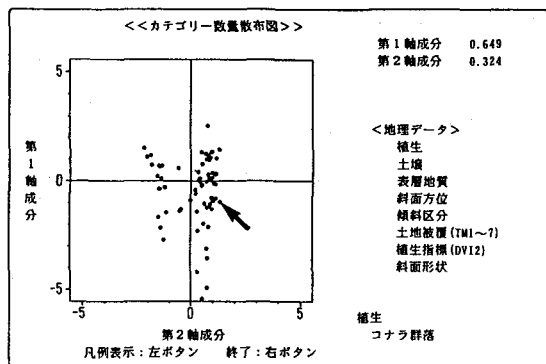


図-5 カテゴリー-数量散布図の凡例表示画面

斜面安定性評価 数量化理論第Ⅰ類分析結果					
分析結果のファイル名		NARUSTRA			
衛星データのバンド		バンド 2			
使用したアイテムの数		5			
使用したアイテム名		カテゴリー数			
1. 植生		12			
2. 土壌		11			
3. 表層地質		8			
5. トレーニングデータ		2			
1. 植生		頻度	スコア値	レンジ	偏相関係数
コラナ群落		68	-1.904	4.163	0.490
(X [△] -X [△] / 1:1 行送り 1:1 行戻す ROLL UP:次頁 ROLL DOWN:前頁 ESC:前画面)					
7/777	最後	次頁	1	1	前頁 先頭 前画面

図-6 数量化Ⅰ類の分析結果

ファイルをデータベース化し、地域別に「知識ベース」として蓄積できるトータルシステムへと発展させる。

②これまで本研究で対象としてきた「地すべり型」および「斜面崩壊型」以外のトレーニングデータを適用し、本評価モデルの有効性および汎用性を評価する。

【参考文献】 1)大林成行、小島尚人、笠 博義：斜面崩壊予測を対象とした衛星マルチスペクトルデータの実利用化について、土木学会論文集、第415号/VI-12、pp.71～pp.80、1990年3月

2)笠 博義、小島尚人、大林成行、黒台昌弘：異なった斜面崩壊のタイプに対する斜面崩壊予測システムの適用性の研究、土木学会論文集、第444号/VI-16、pp.11～pp.20、1992年3月

3)大林成行、藤田圭一、笠 博義、黒台昌弘、藤井松幸：パーソナルコンピュータコンピュータをベースとした斜面崩壊予測システムの開発、第16回土木情報システムシンポジウム講演集、pp.25～pp.32、1991年10月