

## インターネット環境下で稼働する斜面崩壊誘因広域逆推定支援システムの基本設計

東京理科大学理工学部 正会員 小島 尚人  
 東京理科大学理工学部 非会員 川村謙太郎  
 (現:全日空システム企画㈱)  
 東京理科大学理工学部 正会員 但木大介  
 (現:東京都新宿区役所)  
 ○東京理科大学理工学部 学生員 田口靖朋

### 1. はじめに

斜面崩壊の発生「位置」と「規模」を事前に把握することを目的として、地形や表層地質、土壌といった各種地理情報(以下、素因)と衛星リモートセンシングデータ(以下、衛星データ)を融合利用して斜面崩壊危険箇所を広域に推定しようとする研究が進められている。

斜面崩壊危険箇所を広域に評価しようとするモデルは、一般に斜面崩壊の引き金となっている「降雨」や「地震」といった誘因を「未観測情報(潜在変数)」として扱い、共分散構造分析法をベースとして、これを逆推定する TFI モデル(Trigger-Factor Inverse analysis model)が構築され、その有用性が示されている。この処理・解析作業を実施する環境として、スプレッドシート環境下や UNIX 環境下等、複数のプラットフォームがある。しかし、衛星データや素因のような膨大なデータを複数の環境下において処理・解析作業を実施することは非常に手間がかかる等、処理・解析作業の効率面で問題がある。また、取り扱うデータが膨大であるので処理・解析の過程で多くの中間ファイルを作成しなければならない。以上の問題から、インターネット環境下でユーザが利用しやすいシステムを構築できないかという声が上がってきた。

以上の背景をもとに、本研究開発では、広域にわたる潜在危険斜面の逆推定支援を目的とした、インターネット環境下で稼働する斜面崩壊誘因広域逆推定支援システム(TFI-Web: Web-based Trigger-Factor Inverse analysis system for slope failure hazard mapping)の設計・開発に着手した。

### 2. 研究の目的

本研究開発の目的は、以下の3点である。

- ①インターネット環境下で稼働する斜面崩壊誘因広域逆推定支援システム(TFI-Web)の具備すべき基本要件について検討・整理し、TFI-Webを構築する意義を明確にする。
- ②TFI-Webを「前処理システム」、「解析システム」、「後処理システム」、「情報提供・管理システム」に区分した上でTFI-Webの「全体設計」と「詳細設計」を進め、システム構築上の設計指針を整理する。
- ③斜面崩壊誘因広域逆推定に関わる一連の処理・解析をインターネット環境下において実施できることを目的としたシステムを開発する。

### 3. 本研究開発の内容

#### (1) 本研究の意義

TFI-Webを構築する際のJavaプログラムと汎用ソフトウェアの入出力ファイル形式の違い、演算速度・処理速度に関する問題点を調査・整理した。本研究開発の特徴を取りまとめ、TFI-Webの開発の必要性と意義を明確にした。

#### (2) TFI-Webの設計・開発

**a) システムの全体設計:** システムの全体設計では、TFI-Webの各処理・解析プログラムを効率的に管理していくために処理工程の複雑さや、ファイルの入出力形式の違いによって、3種類の「処理構成区分」を設定した。さらに、システムメンテナンスの容易性、システムの拡張性を考慮して、TFI-Webを図-1に示すように「前処理システム」、「解析システム」、「後処理システム」、「情報提供・管理システム」の4つのサブシステムに区分した。

さらに、処理を進める上でのメニュー画面(以下、コントロールパネル)の階層化を避け、1種類のコントロールパネルを介して各処理を実行できるように配慮した。各処理・解析プログラムのコントロールパネルは、①パラメータ入力、②入力ファイルの選択、③出力ファイルの指定、④実行の4種類のコンポーネントにより構成されている。これは、従来の斜面崩壊危険箇所評価に関わるシステムの設計指針であり、本研究開発でも採用した<sup>1)</sup>。これにより、処理・解析プログラムを操作する上での簡易性と統一性を確保した。

**b) 前処理システム:** 前処理システムは「素因作成機能」と「素因選定機能」の2つの機能から構成されている。「素因作成機能」では、「斜面崩壊誘因影響図」、「斜面崩壊誘因影響図間の差画像」を作成する際に必要となる「素因」を作成する。これらの処理は、「素因作成プログラム」を実行することによって、「数値地形モデル(DTM: Digital Terrain Model)」から「標高区分図」、「傾斜区分図」、「起伏量図」、「斜面方位図」の4種類の素因と、「衛星データ」から「植生指標図」、「土地被覆分類図」の2種類の素因を作成できる。「素因選定機能」では、「素因作成機能」で作成された素因間の相関を数量化Ⅱ類・Ⅲ類によって分析できる機能を開発した。この解析結果をもとに「解析システム」で使用する素因を決定する。

#### c) 解析システム

解析システムでは、前処理システムにおいて作成・選定した素因を用いて、「斜面崩壊誘因影響図」、「斜面崩壊誘因影響図間の差画像」を作成するまでの一連の処理・解析作業を実施する。

**キーワード:** 斜面崩壊誘因逆推定、共分散構造分析法、インターネット環境、空間情報統合分析、遺伝的アルゴリズム

〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学理工学部土木工学科

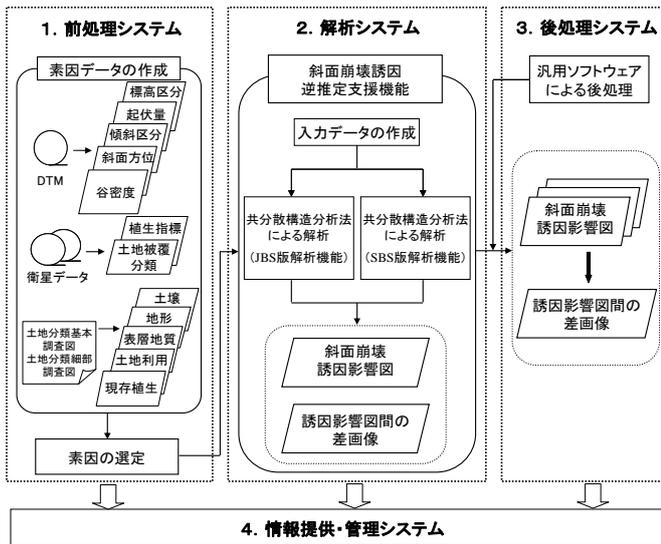


図-1 TFI-Webの全体構成

### ①解析システムの処理機能構成

解析システムは「入力データ作成機能」、「共分散構造分析法による解析機能」、「斜面崩壊誘因影響図作成機能」、「斜面崩壊誘因影響図間の差画像作成機能」の4つの機能から構成されている。メニュー画面に沿って、順に処理・解析を実施することによって、効率的に評価図を作成できるように配慮した。さらに、「共分散構造分析法による解析機能」はスプレッドシートを利用する「スプレッドシート (SBS) 版解析機能」と図-2に示す Java アプレットを利用する「Java アプレット (JBS) 版解析機能」の2種類の機能を装備した。これらの機能をメニュー画面から選択できるようにしたことによって、多角的な分析が展開できる。

### ②Java アプレット版解析機能の詳細設計

本研究開発では、これまで汎用ソフトウェア (Amos) を用いて処理・解析を実施していた「共分散構造分析法による解析機能」を Java 言語を用いて開発する上での問題点を指摘した。具体的には、共分散構造分析法やパラメータ推定方法について説明し、計算の複雑さからシステム化した際の処理速度が低下すること等を指摘した。本研究では、処理効率や開発効率を考慮して、係数探索手法として、様々な分野で利用され、有用性が示されている遺伝的アルゴリズム (GA : Genetic Algorithms) を導入した「Java アプレット (JBS) 版解析機能」を開発した。「JBS 版解析機能」では、遺伝的アルゴリズムを用いて、「斜面崩壊誘因影響図」を作成する際に必要となる「誘因」から「各素因」への順方向パラメータを推定できる。「JBS 版解析機能」の出力ファイルをそのまま「斜面崩壊誘因影響図作成機能」の入力ファイルとして使用できるため、スプレッドシートを用いる場合と異なり、面倒なファイル形式の変換作業が不要になった。また、パスモデルを検討することにより、推定する未知数を減らし、開発効率・処理効率の向上を実現した。さらに、「斜面崩壊誘因影響図」、「適合度検定結果」を比較することによって、「Java アプレット版解析機能」の有用性を示した。



図-2 JBS 版解析機能のコントロールパネル

**d) 後処理システム:** 後処理システムでは、解析システムから得られた処理結果をもとに汎用画像処理ソフトウェア (Adobe Photoshop) を誘導連携し、作成した評価図と地形図を重ね合わせることによって、「斜面崩壊誘因影響図」、「斜面崩壊誘因影響図間の差画像」を最終成果品として編集できるようになっている。これらは土木技術者にとって有用な支援情報となる。

さらに、斜面崩壊誘因影響図と差画像の編集作業を支援するために、カラーテーブルと評価結果の解釈表を必要に応じてダウンロードできる機能を追加した。

市販されている汎用ソフトウェアを利用することによって、本研究開発における処理効率と開発効率の向上を実現した。

**e) 情報提供・管理システム:** 情報提供・管理システムは、各処理・解析機能を通して作成された素因データ、斜面崩壊危険箇所評価図、斜面崩壊誘因影響図といった情報を「地理領域単位」でデータセットとして一元管理する。これらのデータセットを利用者が継続的に蓄積・参照できるように配慮した。

### 4. まとめ

本研究開発の内容は、以下の3点にまとめられる。

- ①インターネット環境下で稼働する斜面崩壊誘因広域逆推定支援システムを開発する必要性を指摘するとともに、システムが具備すべき基本要件について整理した。
- ②遺伝的アルゴリズムを導入した「Java アプレット版解析機能」を設計・開発し、その有用性を示した。
- ③インターネット環境下において斜面崩壊誘因逆推定に関わる各種処理・解析やデータセットの管理ができる斜面崩壊誘因広域逆推定支援システムを構築した。

今後の課題として、複数の誘因 (潜在変数) を考慮したパス図から、誘因を分解推定する機能、いわゆる「誘因逆分解推定機能」の追加を考えている。

**謝辞:** 本研究は、平成19年度科研費・萌芽研究 (研究代表者: 小島尚人、課題番号: 19651079、平成20年度継続採択) のうちの一課題として進めたものである。ここに記して謝意を表します。

**参考文献** 1) 小島尚人、大林成行、市川岳弘、向井勇喜: インターネット環境下で稼働する斜面崩壊危険箇所評価システムの構築、土木情報利用技術論文集、Vol.13、pp.11~20、2004年10月。