

土石流流出・氾濫解析プログラム DFSS のユーザインターフェースとしての Web システムの試作

(国研) 土木研究所

清水武志, 今森直紀

(株) ハイドロ総合技術研究所 山本耕司, 江刺家華江, 石本裕

1. はじめに

内閣府による戦略的イノベーション創造プログラム（以下、SIP という。）第 2 期（平成 30 年度から令和 4 年度）において、土木研究所は、課題「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」のテーマ「II. 被災状況解析・予測」におけるサブテーマ「災害別予測・解析技術開発」のうち「火山噴火に伴う土石流」に関する研究開発の一部を担当した。実用的な研究開発成果を求める SIP 遂行の過程において、「火山噴火に伴う土石流」の開発成果の想定利用者とされる国土交通省との調整により、本研究開発の位置付けは実務に向けた基礎的な技術開発となった。火山災害に伴う土石流に関する予測・解析技術の開発成果は、SIP4D と呼ばれるサーバを介して共同研究者間のそれぞれのデータを共有する形でシステム化することになった。つまり、(国研) 防災科学技術研究所は合成開口レーダによって降灰データを推定し（小澤・藤田, 2020）、土木研究所はそのデータを用いて土石流流出解析を実施し、(一財) 砂防・地すべり技術センターは流出解析の結果を用いて土石流氾濫範囲を推定する構成となった。土木研究所は、降灰データを取り込める形で、別途開発していた「降雨流出解析と連動した土石流の流出・氾濫解析プログラム Debris Flow Simulator for Sabo（以下、DFSS という；山崎ほか, 2022）の Web ユーザインターフェース（以下、WUI という。）として Web システムを試作した。本稿では、以上の経緯で開発した Web システムの概要を紹介する。

2. システム構成と機能

開発したシステムの構成と機能を図-1 に示す。同システムでは DFSS による土石流氾濫を含む全過程を計算できるシステムとした。図-1 におけるハッチ

部分が内部処理、他部分は概ねユーザとの対話処理である。新規計算画面で入力データを与えれば全ての計算が自動的に実施される。雨量データは、アメダス雨量データまたは XRAIN 雨量データを入力する。降灰分布データは、SIP4D からダウンロードした AAIGRID 形式 (ESRI ASCII 形式ともいう。) のラスタを入力する。降灰厚の現地調査結果があれば零以上の一定値も入力できる。データベースは、LAN 内部におけるコンピュータ数台の利用を想定し、単一ファイルのデータベースである SQLite とした。

サーバを立ち上げてブラウザでアクセスした初期画面を図-2 に示す。計算実行中であれば、計算ケースごとの状態が表示される。計算後であれば、ユーザは、可視化、結果のダウンロード、計算ケースの削除、類似パラメータによる再計算を選択できる。新規計算を実行すると、図-3 のパラメータ入力画面に移行する。パラメータは入力必須の項目と初期値が設定

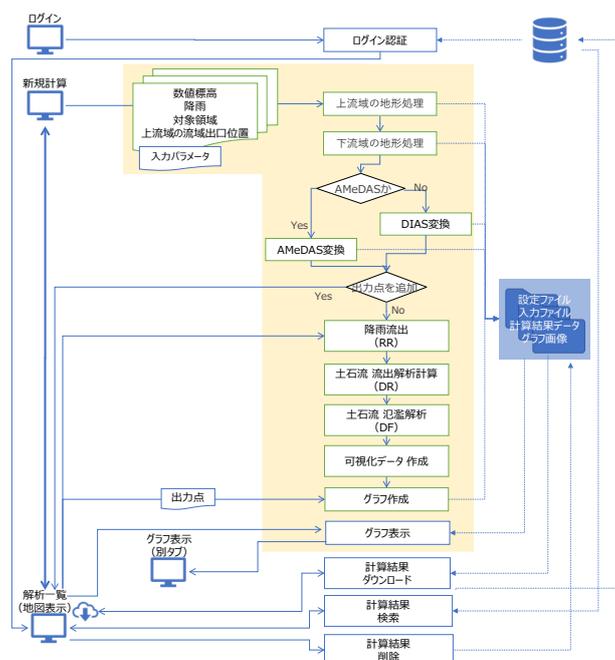


図-1 システム構成と機能

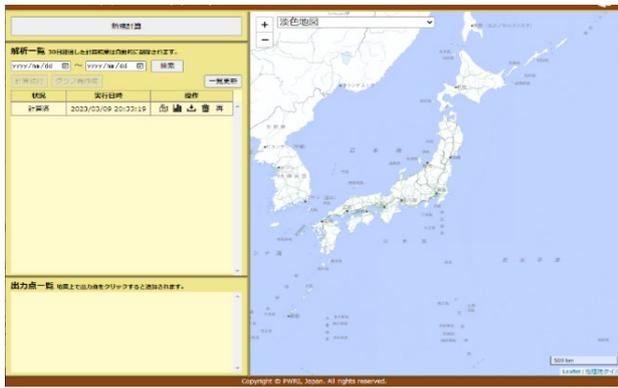


図-2 初期画面

土石流解析処理 (DR)		高度な設定
計算時間間隔* 1.0 sec <small>計算中のステップの時間間隔</small>	ファイル出力時間間隔* 100.0 sec <small>計算結果の出力時間間隔。数値が小さいと後処理で圧縮が可能な場合となるが計算時間が長くなる。</small>	
DFに引き継ぐ流量等出力間隔* 600.0 sec <small>DFに引き継ぐ流量等をflowVolume_tws/cs/fs1_DfToDF.txtに書き込む時間間隔を指定。数値が小さいほど正確に流量等を継げるが計算時間が長くなる。標準出力に文字列を表示する出力時間間隔でもある。</small>	河道を流出する土石流の代表粒径* m <small>河道を流れる土石流の平均粒径または50%粒径</small>	
河道を流出する土石流の有機物含有率 0.4 <small>河道を流れる土石流の有機物含有率 (土砂濃度)</small>	土壌浸透流の透水係数 0.00015 cm/s <small>土壌浸透流を求めるグリーン-ルートの透水係数</small>	
河床堆積物の体積土砂濃度 0.6 <small>土石流が流下する河道の河床堆積物の体積土砂濃度</small>	土石流の水の質量密度 1000.0 kg/m ³ <small>河道を流れる土石流を構成する水の質量密度</small>	
土石流の砂礫の質量密度 2550.0 kg/m ³ <small>河道を流れる土石流を構成する砂礫の質量密度</small>	土石流の砂礫の内部摩擦角 度 <small>河道を流れる土石流を構成する砂礫の内部摩擦角</small>	
土石流の土砂の粘着力 0.0 N/m ² <small>河道を流れる土石流を構成する土砂の粘着力。</small>	土石流の最小流動深層値 0.1 m <small>河道を流れる土石流が存在するとみなす最小流動深</small>	
河床堆積物の厚さ 2.0 m <small>河道における河床堆積物の厚さ</small>	河道のマニング粗度係数 0.05 m ^{-1/3} s <small>河道におけるマニング粗度係数</small>	

図-3 パラメータ入力画面の一部

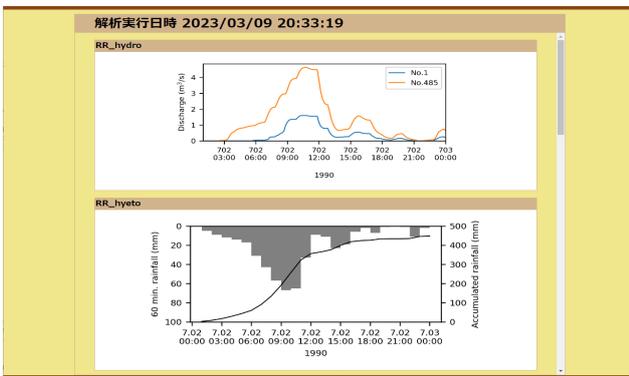


図-4 可視化画面

済みの項目に分類した。初期値は土質試験結果などがあれば更新すべき値である。計算の終了後、図-4に示すように、初期画面でユーザーが設定した位置におけるハイドログラフ等が可視化される。

3. 使用ライブラリとデータ交換形式

本システムは python によるサーバサイドプログラムとして構築した。サーバエンドの Web アプリケーションフレームワークとして Django を使い、WUI は Django における HTML ファイルのテンプレートで構築した。前処理において、測地系変換などの処理には GDAL、GeoPandas 及び shapely、流路探索などの地形処理には PyGeoprocessing などの python ライブラリを用いた。後処理におけるグラフ作成には、python ライブラリ Matplotlib に加え、HTML テンプレートを拡張し webGIS 機能を付与する JavaScript ライブラリ Leaflet を用いた。後処理は簡易な機能のみとした。ブラウザで表示が困難な重いデータの可視化処理は計算結果をダウンロードしてユーザーが実施することとした。

システムと外部環境のデータ交換はテキストファイルで行われる。データ形式は、DFSS 固有のテキスト形式や csv 形式、ラスタデータでは AAIGRID 形式、ベクタデータでは KML 形式と GeoJSON 形式である。

4. おわりに

本稿では SIP で開発した Web システムを紹介した。現時点では主に2つの問題がある。1点目は、地形処理の各段階で計算結果を確認できないため、計算が無限ループに陥るなど脆弱な点が存在することである。採用アルゴリズムを入力データに対して頑健な方法に修正する必要がある。2点目は、python ライブラリ依存関係を解決するため、仮想環境を内部に構築し半ば強引に稼働させることである。今後のメンテナンスを考えると、より統一性があるプログラム構成へ変更が必要である。これらの対策の後、DFSS 利活用促進や改善効率化のため、MIT ライセンス等で Web システムのオープン化を考えている。

4. おわりに

謝辞

本開発は、戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第2期「II. 被災状況解析・予測」の資金援助を受けた。SIP データ共有等を議論した (国研) 防災科学技術研究所及び (一財) 砂防・地すべり技術センターをはじめとする共同研究機関、国土交通省砂防計画課地震・火山砂防室、土木研究所土砂管理研究グループ関係者にご助言いただいた。

謝辞

参考文献

小澤拓・藤田英輔, 2020 年度火山学会秋季大会, 2020 山崎祐介ほか, 土木研究所資料第 4419 号, 2022