

国土交通省六甲砂防事務所 後藤宏二、石尾浩市
 日本工営株式会社 ○杉山実、小野寺勝、石井秀樹、遠藤和志、櫻庭雅明、森田格

1. はじめに

近年、局所豪雨の発生頻度が高まり、土砂災害予測に対してもリアルタイム性が求められるようになってきた。そこで用いられる警戒避難基準雨量として従来、砂防部局では指針案(A,B)、提言案などの実効雨量に基づいた設定法が採用されてきた。また最近では連携案(国交省・気象庁)としてRBFN法でCL形状を学習させる手法も提唱されている。これらはいずれも「管轄エリア全体もしくは分割されたブロック全体」を対象として、「避難勧告等」のための基準判定を行うものであり、具体的に「どの斜面が危険で、どれ位の規模の土砂災害発生が想定されるのか」については、残念ながら情報を提供するものではない。

そこで、これらの警戒避難情報の提供を目指すため、降雨および土砂災害危険度の高密度・高精度な平面分布をリアルタイムに評価する特徴を有した「土砂災害予測システム」構築を試み、そのパフォーマンスを検証した。

2. システム概要

2.1 対象地区

対象エリアである六甲砂防事務所管内(図1)の住吉川流域(流域面積11.5km²)は、風化花崗岩が広く分布した山地から平均1/20程度の急勾配で市街地へ流下する地形的特徴のため、災害発生ポテンシャルは大きく、過去にも大きな土砂災害が発生している。

2.2 システム構成

分布型物理モデルを用いたリアルタイム土砂災害警戒避難システムを構築した。システムは、解析サーバーと情報表示・配信サーバーから構成されている。前者はさらに流出解析、斜面危険度解析、土砂氾濫解析、の3つの計算モデルから成り立つ(図2)。

2.3 解析モデル概要

(1) 流出解析モデル

以下の考え方に基づき、非構造格子3次元流出解析モデルを構築した。

- ① 予想雨量と実況雨量を用い、有効降雨を表層の浸透能(時間浸透量)に応じて表層に供給する。
- ② 浸透能を越える降雨は、Horton流として地表面へ供給させる。
- ③ 地中水は浸透流解析により鉛直方向の解析を行い、ダルシー則により側方流として計算する。計算の簡便性と精度を考慮し、飽和浸透流解析を用いる。
- ④ 表層土中の飽和後は、飽和復帰流として地表面へ湧出させ、Horton流の供給水と合わせて地表流計算を行う。表面流、河道流モデルは、解析精度を損なわないことを検証しつつ、物理現象に忠実なDW法と流れを簡易化したKW法の選択、計算の安定の確認をする。
- ⑤ 地表流、地中流を各々計算しながら、河道に関する流出量と、斜面安定解析の入力条件である地下水位を出力条件とする。

(2) 斜面安定解析モデル

以下の考え方に基づき、斜面安定解析モデルを構築した。

- ① リアルタイム評価を念頭に置いた計算時間の短縮化、および流域特性や既往研究成果を踏まえ、斜面の安定計算には無限長斜面の安定解析モデル(下記の式)を適用する。

$$F_s = \frac{C + (W - u) \tan \phi}{W \sin \theta} \quad W = \gamma \cdot Z \cdot S$$

Fs:安全率、c:土の粘着力、w:土塊の自重、u:間隙水圧、θ:斜面勾配

φ:土の内部摩擦角、γ:土層比重、Z:崩土深、S:メッシュ面積

- ② 地下水位・間隙水圧の分布データには、流出解析結果を利用する。

- ③ C、φパラメータ設定において、風化程度の違いによる局所的な空間的ばらつき(空間的不確実性)に対する確率論的モデル(乱数発生によるモンテカルロシミュレーション)を導入する(図4)。

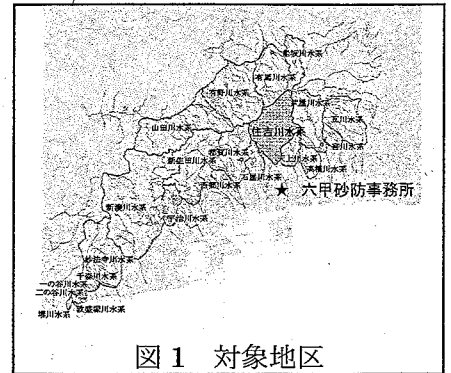


図1 対象地区

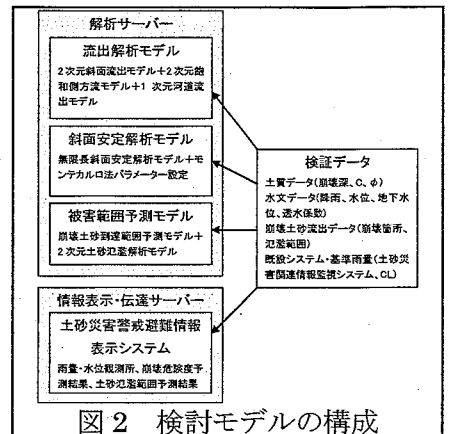


図2 検討モデルの構成

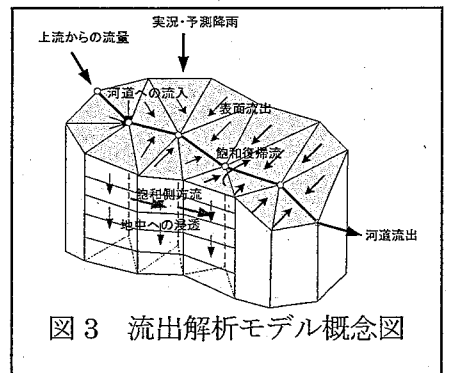


図3 流出解析モデル概念図

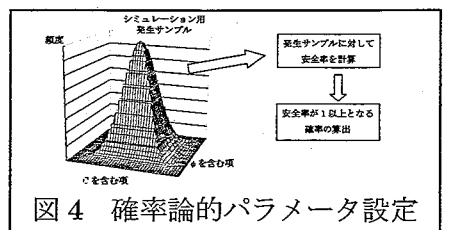


図4 確率論的パラメータ設定

(3) 被害範囲予測モデル

以下の考えを基本とし、被害範囲予測モデルを構築した。

- ①崩壊危険箇所と判定されたメッシュ群の標高差等を利用して、土砂の水平到達距離を推定する。
- ②斜面崩壊発生後の土石流の発生に対し、土石流氾濫解析を実施する。

3. 再現解析

H16.10.20出水計算では、下流（白鶴堰堤）流量はほぼ実測に近い結果が得られた（図5）。上流（西滝ヶ谷）の誤差に関しては、流量観測の精度・パイプ流の有無などの要因について分析中である。S42.7崩壊再現計算では、崩壊実績箇所について高い再現性が得られた。土砂氾濫の再現計算は、既往土砂災害実績であるS13出水について実施した。これらの計算所要時間は以下の通りであり、崩壊発生までの現象については、リアルタイム評価（30分程度）が可能なレベルとなっていることが確認された。

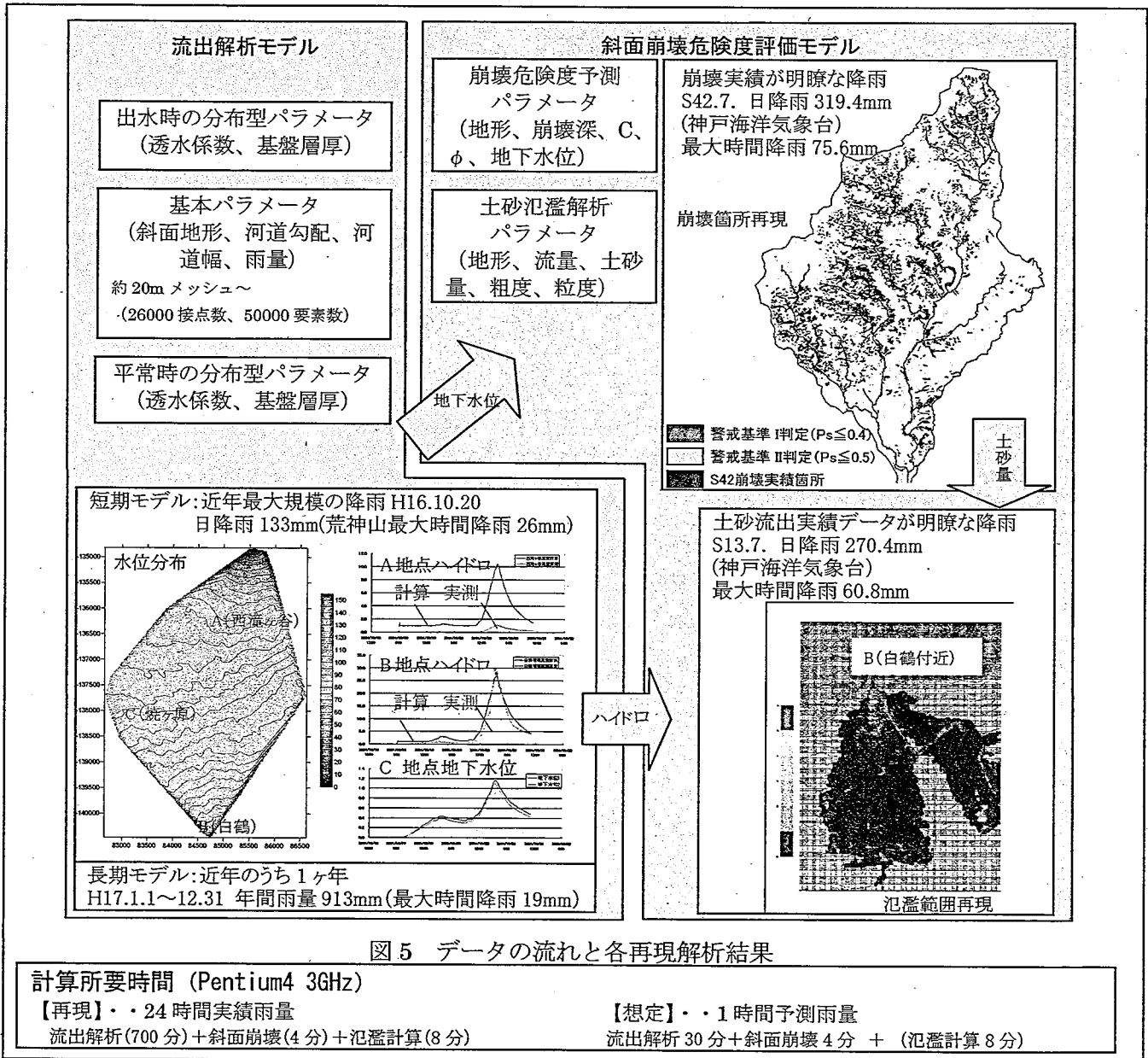


図5 データの流れと各再現解析結果

4. 今後の課題

既存の土砂災害関連情報システムも活用しながら、降雨状況に対応してリアルタイムに、ポイントだけでなく面的な土砂災害分布を予測するシステムを構築することが出来た。主な課題としては、流出解析における高速化処理および学習機能によるパラメータ同定処理、斜面崩壊危険度解析における現況施設効果の表現方法などが残っている。今後、これらの課題に対応しながら解析結果を集約し、時間・質の両面から優れた警戒避難情報を提供することが出来る、土砂災害予測システムの完成および運用を目指していく。

<参考文献>

- 1) 豪雨時における斜面崩壊のメカニズムおよび危険度予測: 社)地盤工学会