

土砂災害を対象としたリアルタイムハザードシステムの構築

(財) 建設工学研究所 ○沖村 孝
神戸大学大学院 鳥居宣之
兵庫県 尾崎幸忠
応用地質(株) 南部光広
国際航業(株) 原口勝則

1 はじめに

近年、集中豪雨が従来にも増して激しくなっており、これに呼応するように各地で土砂災害が発生し、人的・物的被害が生じている。兵庫県下では、平成21年の台風9号に伴う集中豪雨により、兵庫県西、北部地域で土砂災害が発生している。このような土砂災害による被害軽減のためには、災害がどこで起こるのかという「場の予測」だけでなく、いつ起こるのかという「時の予測」も重要であり、危険な状況をいち早く察知し、住民を適切に避難させることが必要不可欠となっている。現在、兵庫県では六甲山系を対象としてリアルタイム型のハザードマップシステム（六甲山系土砂災害危険度予測システム）を構築して、平成22年度より試験運用する予定である。本報告では、今回構築したこのシステムの概要について述べるとともに、住吉川流域で発生した昭和42年災害の検証計算を行うことで本システムの妥当性を評価した。

2 システムの概要

六甲山系は、兵庫県全体の1割の面積に6割の人口が居住する人口密集地の背後に位置し、急傾斜地崩壊危険箇所の数も県全体の3割となっている。この地域の自治体からは、人口密集地での土砂災害に対する警戒避難を行う場合、現在運用されている「土砂災害情報提供システム」や「土砂災害警戒情報」だけでなく、よりきめ細かい地域を対象として、降雨情報に対応したリアルタイム型の危険度情報が強く求められている。この様な背景から、兵庫県では、「六甲山系土砂災害危険度予測システム検討会」を設立し、リアルタイム型のハザードマップシステムの構築を目指して検討を行ってきた。本システムでは、「土砂災害情報提供システム」および「土砂災害警戒情報」を補足する情報として、地形ならびに地盤物性を考慮し、気象庁からの降雨情報やデジタルマップを用いた視覚的に理解しやすい土砂災害の危険度情報の発信を目指している。このシステムでは、沖村・市川¹⁾が提案している数値地形モデル（DEM）を用いた表層崩壊危険度の予測手法を用いており、数値地形モデル上のセルごとに地形、地盤、降雨等のデータを入力することで、降雨に伴って刻々と変化する斜面崩壊の危険度（安全率）を定量的に評価している（図-1参照）。なお、本システムの機能の詳細については別報²⁾にて報告する。

3 入力物性値の設定

本システムで必要となる入力物性値について述べる。

3.1 数値地形モデル（DEM）

DEMのセルのサイズは、対象地域における既往の崩壊地の大きさを考慮して決定した。具体的には、国土交通省六甲

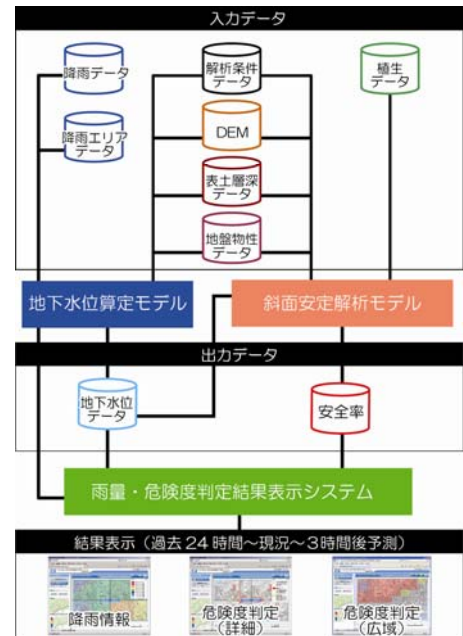


図-1 六甲山系土砂災害危険度予測システム

砂防事務所より提供いただいた航空機レーザ測量成果をもとに、10mのDEMを作成して用いることとした。

3.2 表土層深データ

表土層深は、地下水位ならびに無限長斜面安定解析の算定結果を大きく左右する重要な条件である。対象地域内の表土層深分布を知るためには、簡易貫入試験などで調査する手法があるが、六甲山全域への適用を考えた場合、多大な労力と費用を要する手法の採用は現実的な方法とはいえない。よって、表土層深の形成過程と関連深い地形分類ごとに、限られた現地データから表土層深分布を推定する方法を適用することとした。具体的には、既存資料や現地調査に基づき、地質、地形分類（頂部斜面、谷壁斜面、谷底斜面）ごとに傾斜と表土層深の関係式を作成し、この関係式を用いてセルごとの表土層深を設定した。また、地形分類の手法については、将来的には兵庫県全域への適用を現実的なものとするため、DEMを用いた自動処理による地形分類手法を用いた。

3.3 地盤物性データ

土の単位堆積重量、せん断強度定数、透水係数などの地盤の物性値について、対象地域内の地質区分毎に既往の研究成果や兵庫県で作成している土砂災害防止法基礎調査マニュアル等を参考に設定した。

3.4 植生データ

植生が斜面の安定性に及ぼす影響としては、降雨の分散、

根茎の粘着力³⁾や上載荷重の増加などの要因が挙げられる。しかしながら植生は、経年的に変化するものであり、本システムを運用していく上でのメンテナンス等を考慮した場合、その影響を定量的に評価するのは難しいと考え、現段階では植生の効果について考慮しないものとした。

3.5 降雨データ

降雨データとしては、気象庁より提供される「10分間降水量解析値」と「10分間降水量予測値」を組み合わせ、国土数値情報3次格子(1kmメッシュに相当)ごとの降雨データを用いることとした。

4 昭和42年災害の再現解析

六甲山系で発生した昭和42年災害の検証計算を行うことで本システムの妥当性を評価する。ここでは、崩壊が多発した住吉川流域に着目して検討を行う。

4.1 入力データ

図-2に、地形分類ごとの表土層深と傾斜角の関係を、表-1に地盤物性データを示す。なお、対象地域内の人工改変地については、谷底斜面に用いた物性を用いた。また、昭和42年災害の降雨データは、対象地域周辺の雨量観測所の時間雨量を国土数値情報3次格子ごとの時間雨量に補完したものを用いた。

4.2 検証結果

図-3に、崩壊発生予測結果と実際の崩壊地の関係を、図-4に崩壊予測セル数の推移を示す。なお、図中の崩壊予測セルは、解析対象期間(7/9 4:00~7/10 5:00)中に安全率が1.0を下回ったものを崩壊予測セルとして表示している。図-3より、崩壊の発生位置において崩壊予測セルが出現している傾向がみられるが、実崩壊地よりもその数はやや多い。そこで、これらの結果を定量的に評価するため、適中率(全セル数に対する崩壊予測と非崩壊予測が合致したセル数の割合)と空振り率(崩壊非発生セルに対する崩壊予測となったセル数の割合)を求めた。その結果、適中率は96.8%、空振り率は2.5%と良好な結果が得られた。また、図-4より、崩壊予測セル数は7/9 21:00~23:00にかけて多発する結果となっており、昭和42年災害における「夕方頃~夜にかけて災害が発生した」という記録と合致するほか、降雨前半の小降雨時に不用意に崩壊が発生していないことが確認できる。

5 まとめ

本報では、現在、兵庫県が構築を行っている六甲山系土砂災害危険度予測システムの概要を述べ、住吉川流域で発生した昭和42年災害の検証計算を行うことで本システムの妥当性を評価した。その結果、概ね良好な結果が得られた。

参考文献: 1)沖村孝, 市川龍平: 数値地形モデルを用いた表層崩壊危険度の予測法, 土木学会論文集, No.358/III-3, pp.69-75, 1985., 2)沖村孝, 他: 土砂災害を対象としたリアルタイムハザードシステムの機能紹介, 平成22年度砂防学会研究発表会概要集, 2010., 3)阿部和時: 樹木根茎が持つ崩壊防止機能の評価方法に関する研究, 森林総合研究所研究報告, No.373, pp.105-181, 1997.

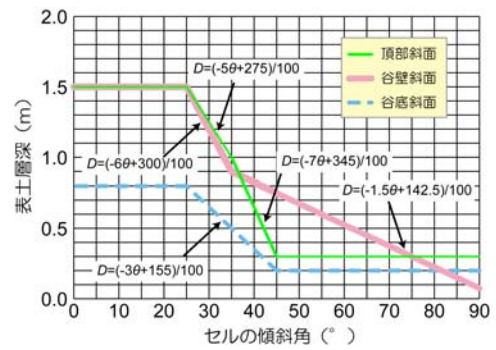


図-2 地形分類ごとの表土層深と傾斜角の関係

表-1 地盤物性データ

地盤物性	単位	値
単位体積重量	kN/m ³	17.0
飽和単位体積重量	kN/m ³	19.0
有効粘着力(谷底斜面以外)	kPa	5.0
有効粘着力(谷底斜面)	kPa	3.0
有効内部摩擦角	deg	31.0
有効間隙率		0.35
飽和透水係数	m/hr	2.0

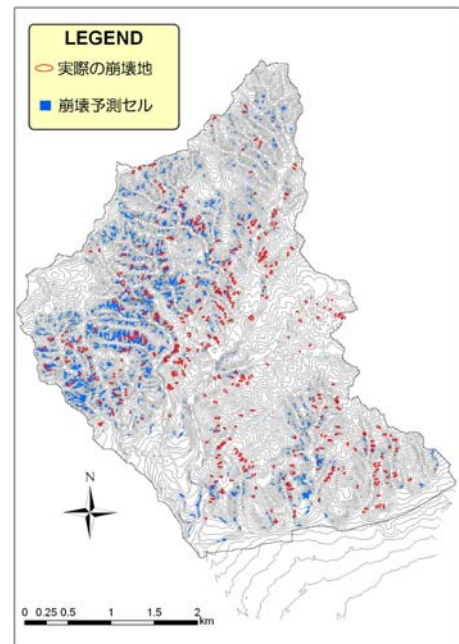


図-3 崩壊発生予測結果と実際の崩壊地の関係

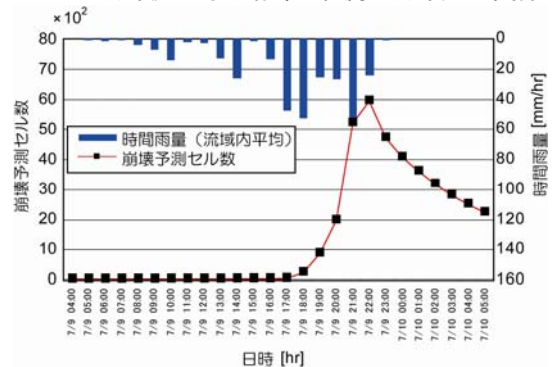


図-4 崩壊予測セル数の推移