

81 警戒避難基準設定に関する検討

建設省関東建設局日光砂防工事事務所 ○野原賢一 服部泰英
パシフィックコンサルタンツ株式会社 千葉 淳 吉野秀夫

1、はじめに

日本の国土は8割が山地であり、山間部までも生活圏として利用しているのが現状である。そこでは過去に多くの土砂災害が発生し、貴重な人命、財産が失われてきた。治山治水は国を治める基本として古くから着目されている技術であり、試行錯誤され、優れた砂防技術の開発と経験、知識の蓄積がされている。

土砂災害から人命、財産を守る方法としては、防災施設の設置のようなハードな対策と、土砂災害を予知・予測し警戒、避難するソフトな対策がある。

ここでは、土砂災害を最小限に止めるため、専門家、経験者の知識を収集、整理し、土砂災害発生を予測するエキスパートシステムを開発したので報告する。

2、ファジィ理論を用いた土砂災害発生予測システムの構成

本検討の土砂災害とは、斜面の表層崩壊と土石流を対象とし、地すべりは除外した。本検討で開発する土砂災害発生予測システムは次の3プログラムで構成している。

- ①表層崩壊発生危険度算出プログラム
- ②土石流発生危険度算出プログラム
- ③降雨要因による土砂災害発生予測プログラム

本プログラムの①、②、③は共に同様な開発手順なので、ここでは③の降雨要因による土砂災害発生予測システムについて述べる。

なお、本システムではファジィ理論を用いてシステムを作成した。

ファジィ理論とは、人間の主観に起因する“あいまいな”部分を取り入れた。これは、「明日は晴れそうだ」という表現の不確かさと、「あの人はお金持ちである」という表現の違いで説明できる。前者は、これから起こることに対する生起に対する不確かさ、あるいは、調べる前に推測するときの不確かさである。後者は、概念の定義の不確かさ、つまり、どんなに調査、観察しても明確にならず不確かな状況のままである。

ファジィ理論では、後者の概念の定義の不確かさを取り扱っている。

3、土砂災害発生予測システムの開発

土砂災害発生予測システムを図-1の検討フローの手順で行った。

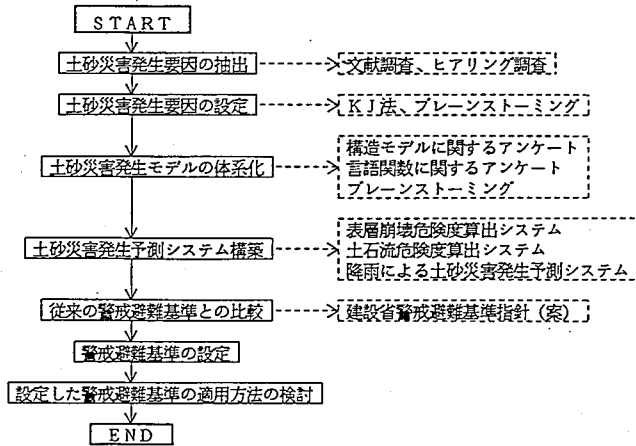


図-1 検討フロー

図-1の検討フローに沿って、日光地区を対象に専門家の意見をアンケート調査、ブレインストーミングより整理し、降雨による土砂災害発生予測システムの開発を行った。日光地区における構造モデルを図-2に示し、降雨パターンに関する言語関数を図-3に示す。

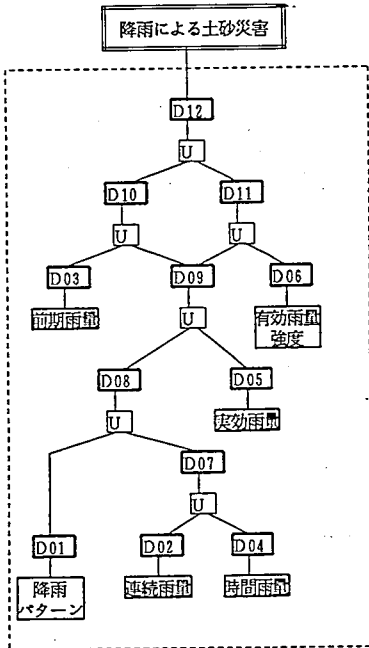


図-2 構造モデル

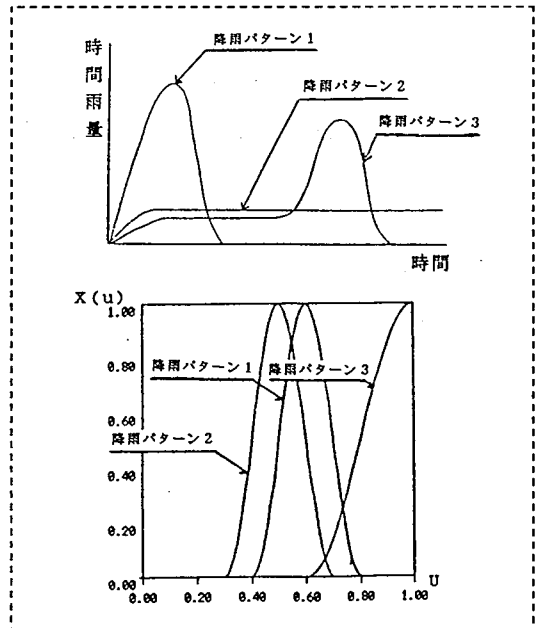


図-3 降雨パターンに関する言語関数

4、警戒避難基準の設定

作成したシステムを用いて降雨による土砂災害発生危険度について検討する。

日光地区では過去に6件の土砂災害の発生事例の降雨データが日光砂防工事事務所に記録が保有されている。この6件の災害を災害規模別に分類すると次の3タイプに分類できる。

(CL-1)：日光地区全体の土砂災害非発生降雨の上限ライン
 (CL-2)：周辺地区での小規模土石流発生事例を考慮しないライン
 (CL-3)：稲荷川支溪天狗沢の土石流発生事例ライン

警戒避難基準雨量としては以下の関係となり、

$$(CL-1) < (CL-2) < (CL-3)$$

災害発生に対し、同一の基準で本システムを用いて警戒避難基準を設定し、建設省における警戒避難基準と比較する。

従来、建設省における警戒避難基準は「1時間雨量～有効雨量」曲線をプロットして調査する方法（指針A案）で設定している。また、本システムによる基準値は過去6件の土砂災害発生時のファジィ積分値を計算し、見逃しが1件もないように設定したものである。この指針A案と本システムの警戒避難基準を比較した結果を表-1に示す。

表-1 従来の警戒避難基準とファジィエキスパートシステムによる警戒避難基準の比較（回/年）

警戒避難基準を設定する根拠		従来手法(A案)		本システム	
		避難	警戒	避難	警戒
		空振り頻度	空振り頻度	空振り頻度	空振り頻度
CL-1	非発生降雨の上限ライン	1.72	3.89	1.05	1.94
CL-2	周辺地区土石流発生の下限ライン	1.00	1.67	0.56	0.56
CL-3	土砂流出事例によるライン	0.56	1.06	0.11	0.11

ここで、空振り頻度とは警戒避難基準を利用して警報発令または避難指示をしたが土砂災害が発生しなかったケースが年に何回あったかの指標である。なお、降雨観測データは18年間を対象とした。

表-1を見ると日光地区では、従来の手法より本システムを用いた場合の方が全ての場合において空振り率が低く、良い結果が得られている。

一般に、警戒避難基準はできる限り安全側に立つことが望ましい。しかし、警報発令、避難指示の空振り頻度は許容できる範囲としなければならない。

年に1回程度の空振り頻度を許容する従来の考え方に従うと、本システムを用いることで設定基準を土砂流出事例によるラインから非発生降雨の上限ラインの安全側に変更することが可能となると考えられる。

5、まとめ

(1)結果

本システムを用いた検討から、あいまいな人間の考え方を扱い、人間の知識を体系化することにより、複雑な要因を多く含む自然災害の予測が可能であることがわかる。

このように人間の知識を体系化したコンピュータシステムと人間の感覚を表現できるファジィ理論を用いたエキスパートシステムは実用化の段階を迎えており、今後多くの分野で自然現象の把握に適用できると考える。

(2)課題

- ①本システムの事例ケースの数・種類に限りがあり、今後、日光地区の溪流沿い斜面・溪流のデータベースを作成し、作成モデルの検証を行う必要がある。
- ②表層崩壊危険度算出システム、土石流危険度算出システム、降雨による土砂災害発生予測システムはそれぞれ関連しており、今後土砂災害発生予測を行うためには、各システムを連動させる必要がある。

(3)展望

本システムは豊富な経験を持つ地元住民、専門家と同程度の解析が容易に行えるようになるので以下のように活用が可能となる。

- ① 現地のパトロールへの適用
- ② 通行規制発令等の判断支援への適用
- ③ 地域防災計画の基礎資料への適用

【参 考 文 献】

- ・建設省河川局監修：（社）日本河川協会編、建設省河川砂防技術基準（案）
- ・武居有恒監修：地すべり・崩壊・土石流－予知と対策；鹿島出版会
- ・松村和樹、中筋章人、井上公夫編著：土砂災害調査マニュアル；鹿島出版会