

CS6-13〔Ⅲ〕 ファジ理論を用いた雪崩危険度の推定について

佐藤工業 正会員 深見 弘
佐藤工業 正会員 矢田 敬
明星大学 正会員 竹内 則雄

1 はじめに

現段階での雪崩予知は、① 気象状態より判断する方法¹⁾ ② 雪崩発生 の要因毎に階級別評価得点を求め、合計得点で危険度のランクを定める方法¹⁾ ③ エキスパートシステムで危険度のランクを求める方法²⁾ 等の手法が試みられている。しかし、表層雪崩は、① 発生点が人の近付きにくい急斜面であること ② 地形や気象の条件が局地的にかなり異なること、などの理由により信頼性の高い予知法が確立されていないのが現状である。

そこで、本シミュレーションでは、雪崩の発生が多くの要因に起因することに着目し、あいまいなものを定量的に捉えるためにファジ理論を用いて、表層雪崩の危険度をシミュレートした。

2 雪崩危険度の推論

図1に雪崩危険度の推定のフローを示す。雪崩危険度は、気象データからの雪崩危険度と地形データからの雪崩危険度をそれぞれ個別に計算し、最後に合成して雪崩危険度を算出した。

気象データでは、次の要因に着目した。

- ① 天候（連続降雪時間）
- ② 気温
- ③ 積雪量
- ④ 降雪量

地形データでは、次の要因に着目した。

- ① 斜面勾配
- ② 植生

気象データと地形データの入力メンバーシップ関数を図2、3に示す。

出力の感覚表現は「極めて安全」から「極めて危険」の間で9段階のクラスに分類した。

雪崩危険度は出力メンバーシップ関数の重心の値とした。雪崩危険度は -1.0 から +1.0で示され、値が大きいほど危険である。

推論法は、「MAX-MIN法」を用いた。

気象データからの危険度と地形データからの雪崩危険度の合成は次式により行った。

$$F_D = \sqrt{(F_{DW} + 1.0) * (F_{DG} + 1.0)} - 1.0$$

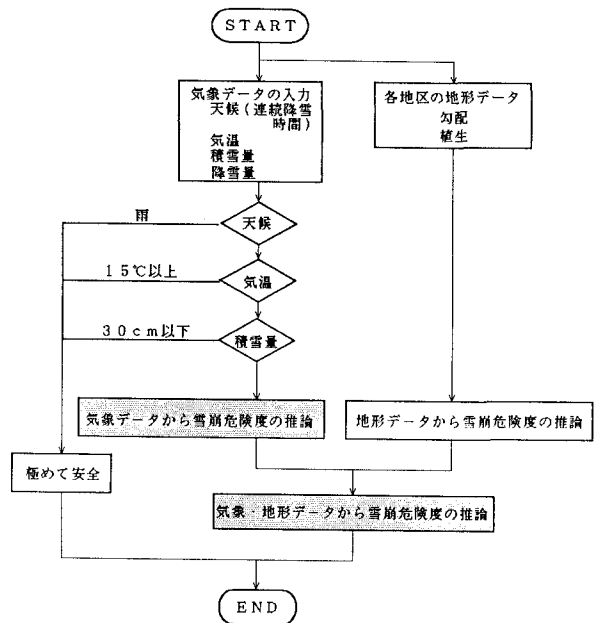


図1 雪崩危険度の推定のフロー

ここに、 F_D ：雪崩危険度（ $-1.0 \leq F_D \leq 1.0$ ）

F_{DW} ：気象から推論される雪崩危険度

F_{DG} ：地形から推論される雪崩危険度

3 推定例

表1に気象データからの推論と地形データからの推論および合成した雪崩危険度の計算例を示す。

4 おわりに

気象状況・地形状況を想定して検証した結果、ほぼ想定した雪崩危険度となった。これにより、ファジィ理論を用いて雪崩の危険度を判定することは有効であると思われる。

今後は、さらに雪崩発生データの集めること、エキスパートとして雪国での雪崩危険の判断の資料を集めること、そして雪国現地で試してみることににより、さらに精度の良いシミュレーションに発展させる必要があると考えている。

参考文献

- 1) 日本建設機械化協会：新編防雪工学ハンドブック，森北出版，1988年
- 2) 建設省：雪崩発生予知・予測に関する研究，第42回建設省技術研究会報告，1988年

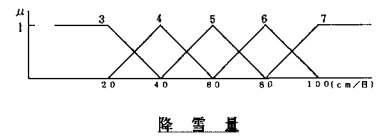
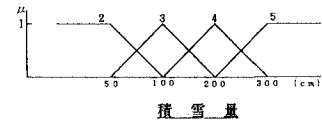
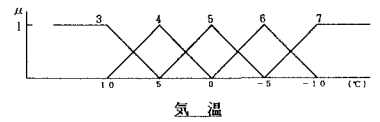
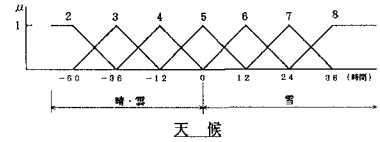


図2 気象データの入力メンバーシップ関数

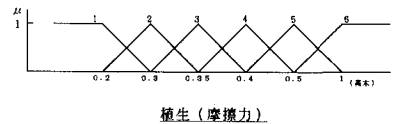
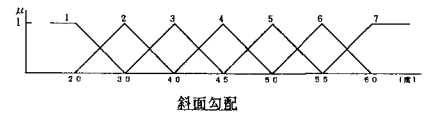


図3 地形データの入力メンバーシップ関数

表1 雪崩危険度の推定結果例

天気	連続降雪時間 (時間)	気温 (度)	積雪量 (cm)	降雪量 (cm/日)	気象の危険度	勾配	植生(摩擦係数)	地形の危険度	雪崩危険度
曇晴	-20	10.	150	0.	.125	35.0	0.10 0.325 0.45 0.53	0.875 0.563 0.000 -0.237	0.452 0.326 0.061 -0.074
雪	6.	-5.	150	20.	.375	35.0	0.10 0.325 0.45 0.53	0.875 0.563 0.000 -0.237	0.606 0.466 0.117 0.024
雪	6.	-5.	150	40.	.625	35.0	0.10 0.325 0.45 0.53	0.875 0.563 0.000 -0.237	0.746 0.594 0.275 0.113
雪	12.	-5.	150	70.	.938	35.0	0.10 0.325 0.45 0.53	0.875 0.563 0.000 -0.237	0.906 0.740 0.392 0.216

* 連続降雪時間の（-）の値は雪が降り止んでからの時間を示す。