

## 融雪の影響を考慮した土砂災害発生危険基準線における降雨指標の設定

信州大学工学部 学生員 ○清 圭佑  
 信州大学工学部 正会員 大上俊之  
 信州大学工学部 正会員 小山 茂

## 1. はじめに

長野県における土砂災害の危険箇所数は全国でも有数であり、過去数多くの災害を経験してきた。土砂災害警戒情報の発表基準として用いられている土砂災害発生危険基準線 (CL) は、住民に避難を指示する上で重要な指標となっている。長野県では、短期降雨指標である 1 時間積算雨量、長期降雨指標である土壌雨量の関係から CL を公表しているが、後者の算定には流出係数や浸透係数など必要なパラメータが多く、煩雑となる問題点がある。そこで先行研究<sup>1)</sup>では、土壌雨量指数の代わりに 72 時間半減期実効雨量を採用し、100mm 以下の場合、100~300mm の場合、300mm 以上の 3 グループに分類し、それぞれに対して CL の設定を行った (図-1)。

しかしながら、実効雨量 100mm 以下の CL については、崩壊時の実効雨量が安全領域内に入った事例が少なからず存在し、過小評価となることが課題となっていた。そこで、今回これらの事例に対するデータを詳細に検討したところ、すべて冬季に発生していることが確認された。多くの市町村が豪雪地帯に指定されている長野県では、融雪期には融雪水が地中に浸透する。融雪によって水が地中に供給されると、土壌内には多量の水が含まれた状態になるため、小規模な降雨または降雨がない状態でも土砂災害が発生しやすい状態になると考えられる<sup>2)</sup>。以上のことから本研究では、先行研究で扱った実効雨量 100mm の CL の内側に存在する崩壊事例を対象に、融雪水が土砂災害に及ぼす影響について検討を行う。

## 2. 72 時間実効雨量の計算方法

## (1) 一般的な実効雨量の算定

72 時間半減期実効雨量は、土壌雨量とピークの位置や減衰特性が類似しているため、長期降雨指標として用いられる。ある時刻の実効雨量は、先行雨量に低減係数  $\alpha$  を乗じることで以下のように求める

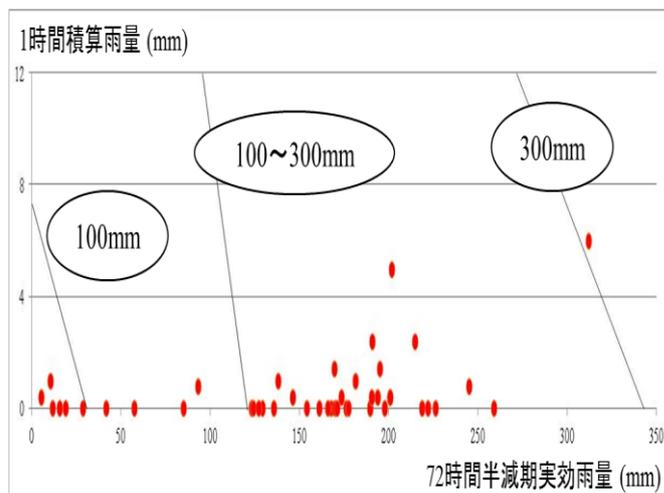


図-1 先行研究の設定した CL

ことができる<sup>3)</sup>。

$$R_w = R_t + \sum_{n=1}^x \alpha_n \cdot R_n, \quad \alpha_n = 0.5^{\frac{n}{T}} \quad (1)$$

ここに、 $R_w$  は実効雨量 (mm)、 $R_t$  は最新時刻の 1 時間降雨量 (mm)、 $\alpha_n$  は  $n$  時間前の低減係数、 $R_n$  は  $n$  時間前の 1 時間降雨量 (mm)、 $T$  は半減期である。

CL は、24 時間以上の無降雨期間後の降雨を降り始めとして、崩壊までの降雨を時系列で結ぶスネーク曲線を算出し、崩壊時刻の雨量状況を基準に設定している。

## (2) 融雪を考慮した実効雨量の算定

先にも述べたとおり、降雨量 100mm 以下の CL の崩壊事例はすべて冬季に発生している。本研究では、この時期に発生する融雪量を上式の降雨量に加えることによって、融雪の効果を表すことにする。すなわち、1 時間当たりの積雪量の変化に雪の密度を乗じたものを融雪量と考える。一般に、本州の雪の密度は約  $0.1 \text{ g/cm}^3$  であることが知られているため、融雪 1 cm につき降水量 1 mm として換算する。以上のことから、融雪のみを考慮した 72 時間半減期実効雨量は以下の式で表すことが出来る。

$$S_w = S_t + \sum_{n=1} \alpha_n \cdot S_n \quad (2)$$

ここに、 $S_w$  は融雪量から決まる実効雨量 (mm)、 $S_t$  は最新時刻  $t$  に発生する融雪量から決まる 1 時間降雨量 (mm)、 $S_n$  は  $n$  時間前の融雪量から換算した 1 時間降雨量 (mm) である。

雨量と融雪量から決まる 2 つの実効雨量を足し合わせることにより、融雪を考慮した実効雨量が算出できる。

### 3. 解析結果

#### (1) 積雪情報

気象庁が保有する気象観測データから、対象とする地点、項目、期間のデータをダウンロードする<sup>4)</sup>。ただし、崩壊地点と全国の气象台やアメダスの位置は完全に一致しないため、今回は最も近い観測所のデータを選択した。

積雪データの収集期間については、今回は崩壊時刻から遡っての 1 ヶ月間とした。図-2 に積雪データが得られた 3 地点の積雪の推移を示す。図から分かるように、崩壊時刻まで積雪量は増減を繰り返しているものの、全体としては減少傾向を示しており、時間を追うごとに融雪量が増加している。

#### (2) 融雪を考慮した降雨指標の設定

式(1)と式(2)より積雪データが得られた 3 地点を対象に融雪を考慮した実効雨量を算出し、融雪の影響が無い場合の CL と、影響がある場合の CL との関係それぞれ図-3 と図-4 に示す。

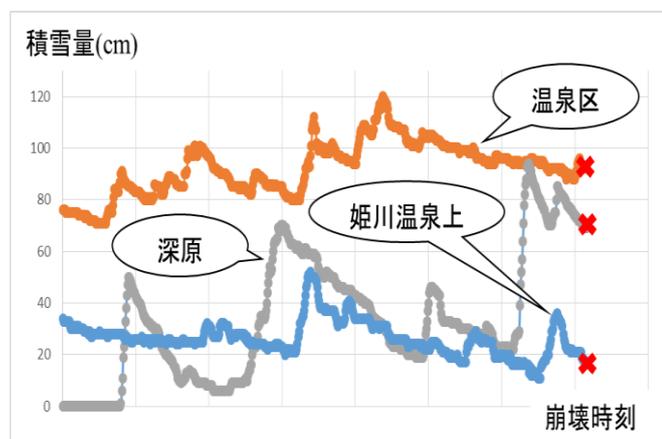


図-2 崩壊時刻までの積雪の推移

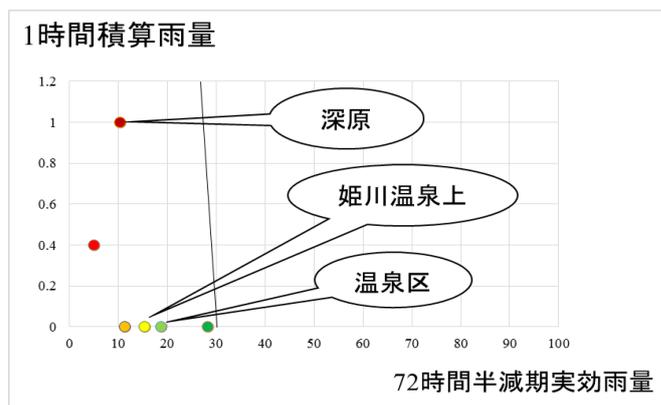


図-3 融雪の影響なし

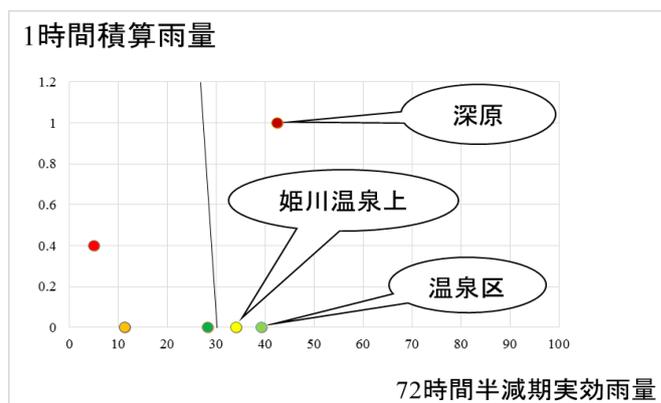


図-4 融雪の影響あり

図より、崩壊時における積算雨量と実効雨量からプロットされる点が、安全領域から危険領域へと移動していることが分かる。以上のことから、融雪を考慮することにより、土砂災害発生を見逃す可能性を減少させられると考える。

#### 参考文献

- 1) 徳田晴香, 大上俊之, 小山茂: 実効雨量と地域情報を用いた土砂災害発生危険基準線の設定, 平成 26 年度土木学会中部支部研究発表会概要集, pp.129-130, 2014.
- 2) 岩倉徹, 神原孝義, 谷本英徳, 大谷健一, 時岡真治, 渡邊智明, 大西正容: 融雪期に発生する土砂災害に対する警戒避難基準設定手法の検討, 平成 22 年度砂防学会研究発表会概要集, pp.229-230, 2010.
- 3) 川越清樹, 江坂悠里, 脇岡靖明: 実効雨量と地域情報を用いた東京都の土砂災害解析, 水工学論文集, 第 55 巻 pp.955-959, 2011.
- 4) 国土交通省気象庁, 過去の気象データ・ダウンロード <http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/>