

融雪を考慮した土壌雨量指数に基づく事前通行規制に関する分析

土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○日外 勝仁
土木研究所寒地土木研究所 正会員 田本 修一
土木研究所寒地土木研究所 正会員 倉橋 稔幸

1. はじめに

切土のり面や自然斜面で発生する表層崩壊は、一般的に降雨に起因することが多い。しかし、北海道等の積雪寒冷地での融雪期においては、降雨だけではなく、融雪水の地盤浸透が合わさった表層崩壊の事例も確認されている¹⁾。そこで筆者らは、気温のみから融雪水量を簡便に推定する改良 Degree-hour 法を考案し²⁾、融雪による道路斜面災害の回避に向けて、雨だけではなく融雪を考慮した事前通行規制基準の設定方法を検討してきた³⁾。そこで、本稿では、実際に融雪期に表層崩壊が発生した箇所において、考案方法²⁾に基づき融雪水量の推定を行い、崩壊の発生有無を判別できる閾値について分析した。

2. 災害発生時の気象概要等

本稿では、2012年5月2日に国道沿い斜面で発生した表層崩壊を対象とした。図-1に示す最寄りの気象観測地点における降水状況によると、発災時に降雨は確認されていない。道路の事前通行規制で従来用いられている連続雨量を図-2に示す。また、避難勧告等の判断基準に用いられ、近年では道路の事前通行規制でも試行されることのある土壌雨量指数を図-3に示す。発災時に降雨がなかったことから必然ではあるが、従前の降雨のみを対象とした事前通行規制基準では、融雪期の表層崩壊の発生有無を判別できていない。ちなみに、図-4に示す発災時前後の気温と積雪深の変化を見ても、融雪が本崩壊の大きな誘因であることが推察される。

3. 融雪を考慮した事前通行規制基準の設定方法

降雨に加えて融雪を考慮した基準の検討に当たり、気温が0℃を上回っている期間は融雪水が生じ、地盤に浸透し続けるため、連続雨量ではなく土壌雨量指数を採用することにした。その算出手順を図-5のフローに示す。その中で、特に融雪水量については、融雪水量と積算暖度との比例関係から、改良 Degree-hour 法(式-(1))を用いて推定してきた^{2),3)}。

$$\text{融雪水量} = \text{融雪水量係数} \times \text{積算暖度} \cdots \cdots \text{式(1)}$$

一定期間積雪の融雪状況や気温等を観測した結果を基にして融雪水量係数を算出している。気温情報のみから簡便に融雪水量を推定することが可能となる。

ただし、気温が0度を前後することのある融雪期には降雨と降雪が混在しているにも係わらず、両者を合わせた降水量しか観測できていない。降水の雨と雪への分離は、融雪水量の推定精度向上に必要なだけでなく、降雪を除いた降雨量と融雪水量の合算水量を地盤へ浸透する水分量と見なして土

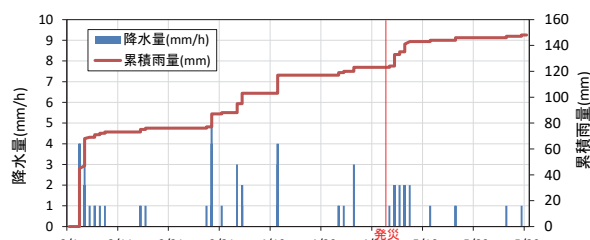


図-1 発災年(2012)の時間降水量と累積雨量

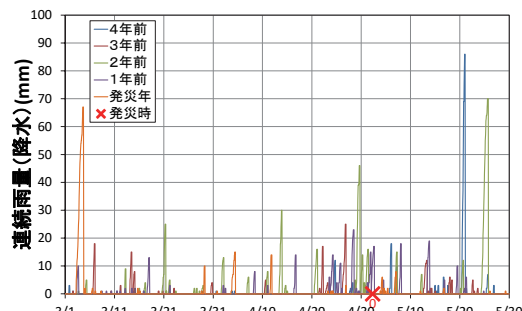


図-2 発災年と過去4年の連続雨量

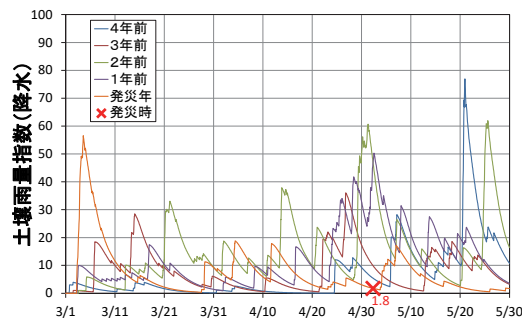


図-3 降水による土壌雨量指数の変化

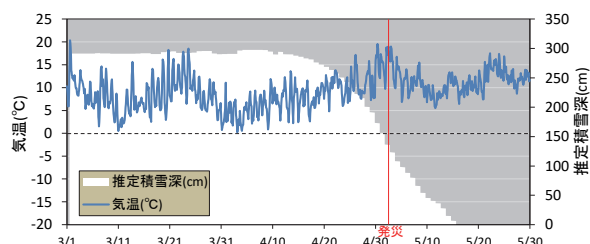


図-4 発災年(2012)の気温と積雪深

キーワード 積雪寒冷地, 表層崩壊, 融雪, 改良 Degree-hour 法, 土壌雨量指数, 事前通行規制

連絡先 〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3-1-34 (国研)土木研究所 寒地土木研究所 TEL:011-841-1775

壤雨量指数を算出する際にも関係する。

雨、霰、雪といった降水の型は、相対湿度と気温によって定まるといわれている⁴⁾。気象庁HP上で公開されている相対湿度の月別30年平均値を基に、調査地域である札幌における3月と4月の平均湿度は63%、雪となる閾値の温度は4.2℃となった⁴⁾。北海道内で同様の積雪調査を行った羽幌、広尾、釧路では、各々3.9℃、4.0℃、3.6℃であった。そこで、本稿では北海道における降雪/降雨の閾値温度は値を丸めて一律4℃とした。その際、最寄りの観測地点の気温データを基に、知りたい箇所との標高差により補正した値を用いた。

4. 土壤雨量指数(降雨+融雪)による災害発生有無の閾値

図-5に従って算出した発災年の降雨と融雪の合算水量を図-6に、降雨・融雪の土壤雨量指数の変化を図-7に示す。発災時の土壤雨量指数は、発災前の最大値169.0を上回った179.0を示した。このことから、融雪を加味した土壤雨量指数で170を閾値とすることで、発災年を含む過去5年間に於いて、崩壊発生の有無を明瞭に判別できた。

また、規制基準として、ゲリラ豪雨への対応により、連続雨量や土壤雨量指数などの長期指標を1つだけではなく、短期指標である時間雨量を併せて、長短2指標による基準設定も検討されている⁵⁾。そこで、融雪を加味した場合においても同様に、時間水量と土壤雨量指数の2軸によるスネーク曲線を図-8に示す。発災時前後の変化は、土壤雨量指数においては図-7で示したように既往最大域にあるものの、時間あたりの合算水量では、過去の複数のピーク値を下回る結果となった。以上のことから、今回対象とした災害に対しては、融雪を考慮した土壤雨量指数という長期指標1つによる規制が望ましく、長短2指標による規制は、融雪期にゲリラ豪雨が合わさったような災害に対して有効と推察される。

5. まとめと今後の課題

融雪期の無降雨時に道路斜面で生じる表層崩壊に対応した事前通行規制基準設定に向けて、降雨に融雪水量を加算した合算水量を基にした土壤雨量指数を算出し、崩壊発生の有無を判別できる閾値として設定することが可能となった。今後は、融雪期にゲリラ豪雨が合わさることで引き起こされる表層崩壊の事例収集・分析を行い、長期指標(土壤雨量指数)と短期指標(合算水量)の組み合わせによる2軸の閾値設定についても検討を行いたい。

参考文献

- 1) 日外勝仁, 角田富士夫, 倉橋稔幸: 北海道における道路斜面災害の発生と降雨・融雪の影響, 平成29年度土木学会全国大会第72回年次学術講演会講演概要集, pp. 379-380, 2017.
- 2) 吉野恒平, 倉橋稔幸, 日外勝仁, 角田富士夫, 矢島良紀: 道路管理に適した融雪水量推定手法の検討, 第53回地盤工学研究発表会平成30年度発表講演集, 2018.
- 3) 日外勝仁, 坂本尚弘, 吉野恒平, 倉橋稔幸: 気温に基づく簡便な融雪水量推定方法における降水量補正に関する研究, 令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会講演概要集, III-66, 2021.
- 4) 松尾敬世: 雪と雨をわけるもの, 日本気象協会, 天気, Vol. 48, No. 1, pp. 33-37, 2001.
- 5) 国土交通省: 報道発表資料「ゲリラ豪雨に対応し、新しい通行規制基準を試行します。」平成27年6月23日 https://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000527.html (参照 2022. 4. 1)

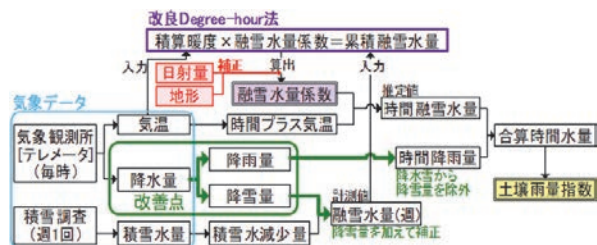


図-5 改良 Degree-hour 法による降雨に融雪を加算した土壤雨量指数の算出フロー

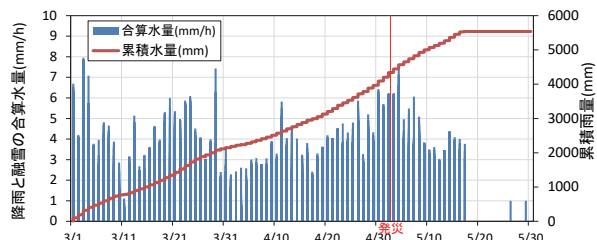


図-6 発災年(2012)の降雨・融雪の合算水量と累積水量

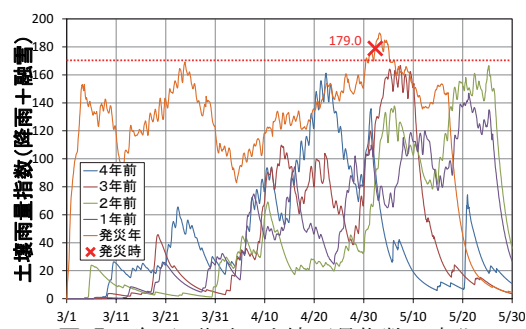


図-7 降雨・融雪の土壤雨量指数の変化

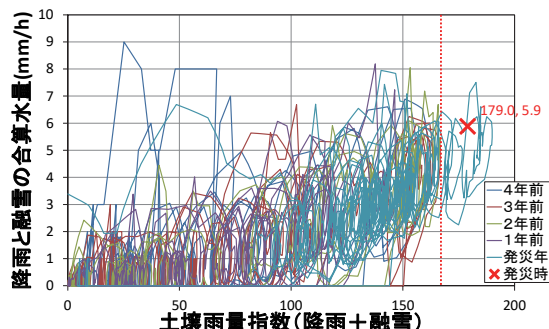


図-8 降雨・融雪の合算水量と土壤雨量指数の変化