

斜面災害の誘因となる融雪を考慮した土壌水分状態の評価手法について

Research on Evaluation Method of Soil Moisture Condition Considering Snowmelt as a Trigger of Slope Disasters

室蘭工業大学 〇学生員 宮崎 嵩之 (Takayuki Miyazaki)
 室蘭工業大学 正 員 中津川 誠 (Makoto Nakatsugawa)
 札幌市 正 員 吉村 勇人 (Taketo Yoshimura)

1. はじめに

近年、北海道や北陸地方等の積雪地域では、融雪期の大雨によって引き起こされる斜面災害の増加が懸念されている。土砂災害の予測に関しては、気象庁と各都道府県庁が共同で発表している土砂災害警戒情報等があるが、その対象となる斜面災害は降雨を誘因としているものであり、融雪は勘案されていない。そこで本研究では、北海道内における融雪期の斜面災害事例を取り上げ、災害現場付近における降雨に加え融雪を勘案した土壌水分状態の推定を通し、災害発生危険度の定量的な評価を試みた。

2. 研究の方法

2.1 融雪期における斜面災害事例の概要

近年の北海道の融雪期の斜面災害として、図-1に示す4箇所の事例を取り上げた。これらの斜面災害には、道路の通行止めや河川の閉塞など大きな影響をもたらすものもあり、適切な対策が求められている。各々の概要^{1),2)}を表-1に示す。これらの斜面災害事例の中で、特に国道230号中山峠(図-1の③)では、表に示されている2012年だけではなく、2000年にも大規模な地すべりが発生し、交通等に大きな影響を及ぼしたため、今回この事例を対象として研究を行った。

2.2 融雪量の算出法

融雪期における土壌水分状態の推定に必要な融雪量の算出法として、以下の3つの手法を用いた。

(1) 積算暖度法(デグリーアワー法)

1 時間毎に計測された気温のうち 0℃を上回った度数(デグリーアワー)に相当する融雪量を算出する。

(2) 雪面低下法

融雪期における積雪深の変化から積雪表層に発生した水量を推定し、融雪量を算出する手法である。

(3) 熱収支法

大気から雪面間及び積雪全体に関する2本の熱収支式を用いる融雪モデルと、中津川ら³⁾が提案する1価線形貯留関数法を用いて積雪層の貯留効果をモデル化した積雪浸透モデルにより構成される。計算においては、この2種のモデルを約1km四方のメッシュに適用し、各気象因子から推定された土壌供給水量を融雪量とみなし算出する。

2.3 土壌水分量指数による災害発生危険度評価手法

現在、土砂災害警戒の発表には危険度判定図(スネーク曲線)が用いられており、土壌中の水分量を表す指標として土壌雨量指数⁴⁾が使用されている。しかし、この手法においては融雪が考慮されていないため、本研究では融雪を考慮した土壌雨量指数を以後「土壌水分量指数(Soil Water Index(SWI))」と称し、推定を行った。推定にあたり、対象地域の時間雨量および上記の手法により算出した融雪量を図-2に示す気象庁で採用されている直列3段タンクモデルに入力し、土壌水分量指数を算定した。タンクモデルの係数は現在気象庁で採用されている値を使用した。

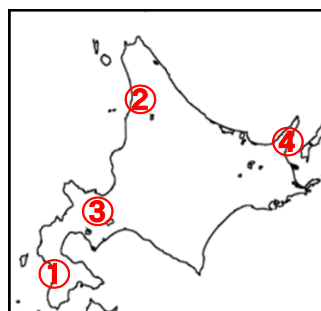
表-1 対象災害事例の概要^{1),2)}

図-1 北海道の融雪期における斜面災害発生箇所

発生地点	発生日時	箇所地域/災害	発生規模	地質的誘因
①	2012.4.19	瀬棚郡今金町 後志利別川中流右岸/地すべり	延長約200m, 幅160m, 比高10mの範囲で、約41,000m ³ の土砂が崩壊。	泥岩～シルト岩を主体とし、凝灰岩を挟在する風化しやすい地層。
②	2012.4.26	国道239号苫前郡 苫前町霧立/地すべり	延長約200m, 幅160m, 比高20mの範囲で、約41,000m ³ の土砂が崩壊。	過去から地すべりの繰り返しにより破碎された脆弱な岩盤。
③	2012.5.4	国道230号 札幌市南区 定山溪(中山峠)/地すべり、表層崩壊	道路延長約86m, 幅約10mの範囲で地すべりが発生。盛土法面が延長約40m, 幅約110mの範囲で、約13,000m ³ の土砂が崩壊。	熱水変質の影響により硬質な安山岩及び火山砕屑岩類が脆弱な岩盤となる。
④	2015.4.24	羅臼町幌前町 幌前海岸/地すべり	末端の幅が約380m, 奥行が約260m, 比高28mの範囲で、外形が三角形の地すべりが発生。	凝灰岩と泥岩による幾品層が見られ、すべり面を担っている可能性がある。

キーワード 斜面災害, 融雪, 熱収支法, スネーク曲線, 土壌水分量指数

連絡先 〒050-0071 室蘭市水元町 52-2 ノーザンベルク 52 205 号 TEL 080-6080-4150

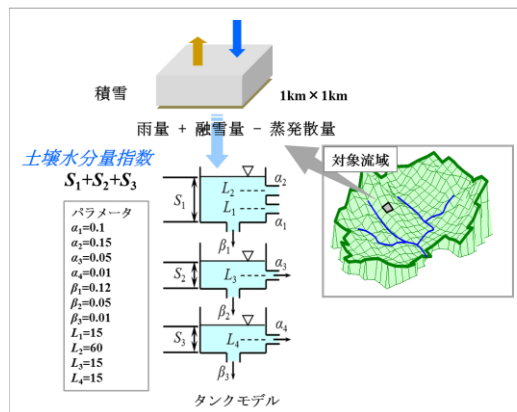


図-2 土壌水分量指数の概念図

3. 結果と考察

3.1 土壌水分量指数の推定結果

図-3 は、災害現場において融雪期の SWI を推定した結果を示している。図中の茶・青・緑の実線は、各融雪量算出法を用いて推定した SWI を示す。この図において、積算暖度法と熱収支法を基に推定した SWI を比べると、ピーク値には大きな差が見られた一方で、その他の時期は概ね近い値となった。また、雪面低下法と熱収支法を基に推定した SWI を比べると、ピーク値は近い値となったが、全体的には雪面低下法を基に推定した SWI が過大な値となった。この原因として、積雪深の観測所が樹木の吹き溜まり等の影響を受け生じたデータのばらつきが、積雪深の変化に左右される雪面低下法において影響を与えたと考えられる。

3.2 スネーク曲線による危険度評価

図-4 は、各融雪量算出法から推定した SWI の中で、年最大値が推定された日を含む5日間のスネーク曲線を作成し、比較したものである。また、赤色の実線は現在災害現場付近において設定されている土砂災害発生基準線 (CL) を表しており、スネーク曲線が CL を超える領域に達する場合、土砂災害発生の危険性が高いと判断することができる。この図を見ると、すべての方法において SWI が災害発生日に最大となり、雪面低下法と熱収支法を基に作成したスネーク曲線が災害発生日に CL を超えていることがわかる。この事例では、災害発生日までの融雪過程に加え直前に降った大雨の影響が反映されており、当時の状況を踏まえた危険度評価が可能であると考えられる。しかし、雪面低下法によるスネーク曲線は、前節で述べたように、積雪深のデータのばらつきによる影響から変動が激しく、危険度判定を困難にする懸念があるため、災害予測の観点では、熱収支法が適していると考えられる。

4. 結論

本研究において得られた結果を以下にまとめる。

- 1) 災害発生地点において積算暖度法、雪面低下法、

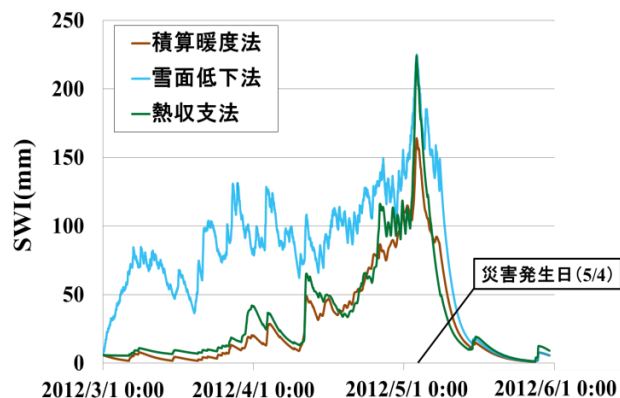


図-3 各融雪量算出法を用いて推定した SWI の比較

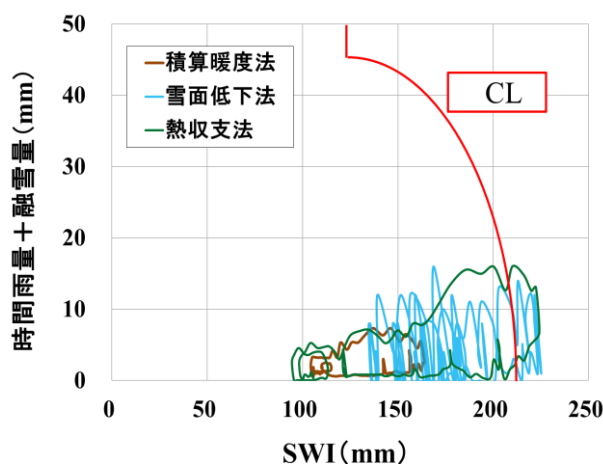


図-4 各融雪量算出法を用いて作成したスネーク曲線

熱収支法の3つの融雪量の算出法により推定した SWI を用いて、土壌水分状態を定量的に評価した。

- 2) 推定した SWI を用いてスネーク曲線を作成することにより、斜面災害の発生危険度評価を行った。その結果、斜面災害発生危険度の評価・予測という観点では、熱収支法が適しているとの結果が得られた。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、平成 27 年度河川整備基金（助成番号 27-1151-004）の助成を受けた。また、北海道開発局札幌開発建設部道路整備保全課及び（一財）日本気象協会の松岡直基氏にデータ提供等で協力して頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 倉橋稔幸：2012 年春季の融雪による土砂災害，EPOCH, No.67, pp.7-10, 2013.
- 2) 川上源太郎：北海道，羅臼町幌萌地すべり一海岸を隆起させた岩盤すべり一，第 54 回（公社）日本地すべり学会研究発表会講演集，pp.13-14, 2015.
- 3) 中津川誠ら：積雪貯留を考慮した汎用的な融雪流出解析，水工学論文集，48, pp.37-42, 2004.
- 4) 気象庁；土壌雨量指数：<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/dojoshisu.html>