

流域水循環に基づいた土壌水分量の定量化による斜面災害リスクの評価
Research on Risk Evaluation of Slope Disaster Occurrence Based on Quantification of Soil Moisture Resulting from Hydrological Cycle in a Watershed

室蘭工業大学 ○学生員 宮崎 嵩之 (Takayuki Miyazaki)
 室蘭工業大学 正員 中津川 誠 (Makoto Nakatsugawa)
 室蘭工業大学 正員 川村 志麻 (Shima Kawamura)

1. はじめに

札幌市と道南方面を結ぶ国道230号中山峠では、過去の融雪期において斜面災害がたびたび発生している。中でも、2000年と2012年の災害は大規模な地すべりであり、長期間におよぶ交通の障害となるなど深刻度が大きいものと考えられ、土砂災害警戒情報の精度が求められている。しかし、現在土砂災害発生危険度判定の対象となる斜面災害は大雨によるものであり、融雪を含む災害は含まれない。そこで本研究では、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量指数を推定すると共に、流域水循環に基づいた土壌水分の状態を表す流域貯留量の推定手法を提案した。また、以上の推定を包括した斜面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 土壌水分量指数による災害発生リスクの評価方法

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、次節の計算により算出される流域貯留量と合わせて検証する。土壌水分量指数の推定にあたり、対象地域の雨量、融雪量、蒸発散量を気象庁で採用されている直列3段タンクモデル(図-1)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¹⁾。

2.2 流域貯留量による災害発生リスクの評価方法

災害の直接的な誘因となる土壌中に貯留される水分量(以下流域貯留量という)を、流域水循環の一つの変数として考え、流域水循環を構成する水文諸量を包括的に推定した。また、災害地点を含むダム流域の流入量をもってその妥当性を検証した。

流域貯留量の推定にあたっては、雨量、融雪量、蒸

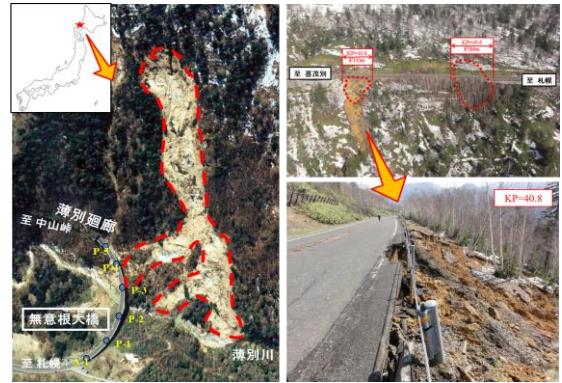


写真-1 国道230号中山峠の被災状況
 (左: 2000年5月15日 右: 2012年5月4日)
 提供: 北海道開発局札幌道路事務所及び
 寒地土木研究所

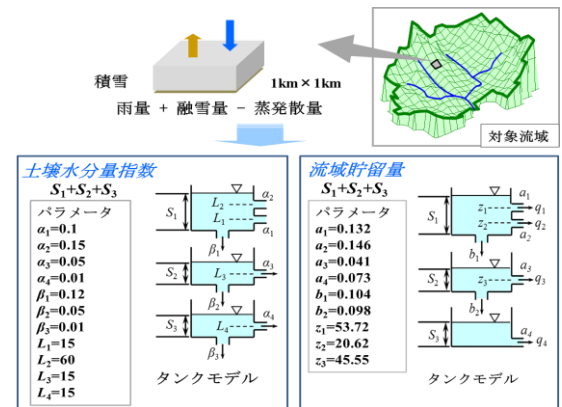


図-1 土壌水分量指数および流域貯留量の概念図

発散量を白谷ら²⁾が構築した水循環モデル(Long-term Hydrologic Assessment model considering Snow process (LoHAS))に入力し、流出量を算定した。ここでは、メッシュの斜面流出量をタンクモデルで算出し、kinematic wave法で災害現場下方の豊平峡ダム地点までの河道追跡を行った結果、得られる各タンクの貯留高を流域貯留量とみなした。タンクモデルの係数は、白谷ら²⁾が使用した値を用いた(図-1)。

なお、流域貯留量を求めるタンクモデルの特徴として、基本的には土壌水分量指数で用いるタンクモデルと同様であるが、3段目のタンクの浸透孔がないことで、水収支が担保されるという違いがある。

キーワード 斜面災害, 流域水循環, 流域貯留量, 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 ノーザンパルク 52 205 号 TEL 080-6080-4150

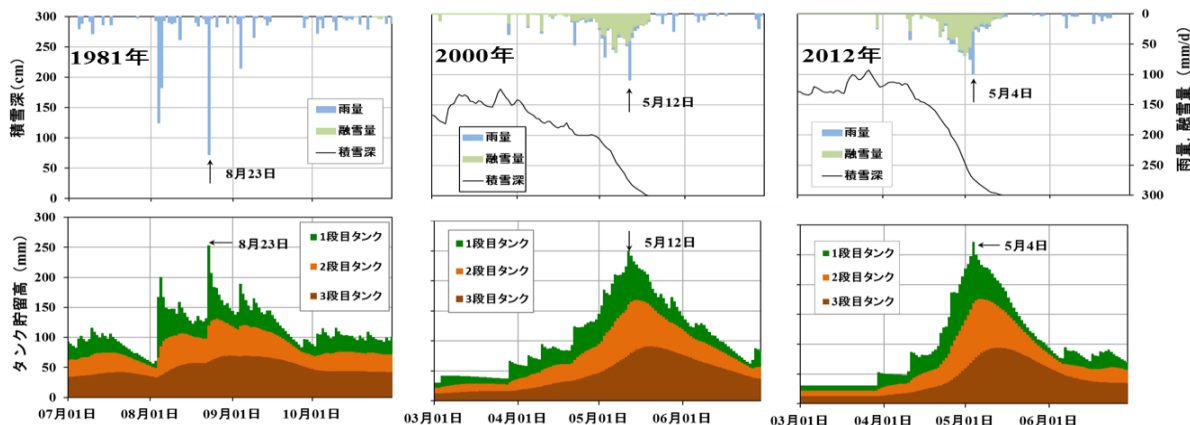


図-3 過去の大雨における貯留量の比較 (上段：雨量，融雪量，積雪深，下段：タンク貯留量)

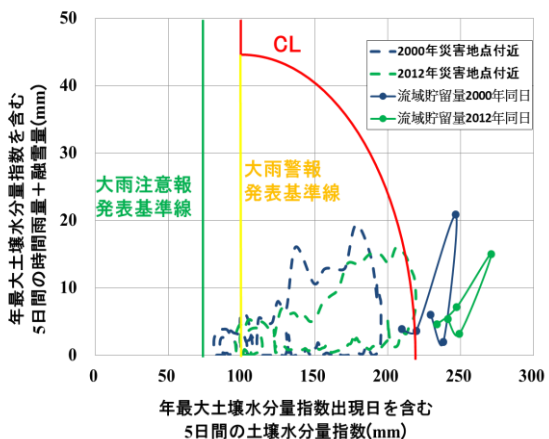


図-2 災害現場付近におけるスネーク曲線

3. 結果と考察

3.1 土壌水分量指数の推定結果とスネーク曲線

図-2 は災害現場において、年最大土壌水分量指数が推定された日を含む5日間のスネーク曲線を作成した結果である。図中の青色・緑色の点線は、災害が発生した2000年、2012年でのスネーク曲線を示しており、同色の実線は同日の流域貯留量及び日最大雨量を示している。この図によると、2ヶ年もとも土壌水分量指数が年最大となった同時期に災害が発生している。また、2012年5月4日には年最大となる219mmの土壌水分量指数が推算されるとともに、土砂災害発生基準線（CL）も超えていることから、当時の状況を踏まえたリスク評価が可能であると考えられる。

3.2 流域貯留量の推定結果とスネーク曲線

図-3 は、本推定の対象期間内とした1980年～2012年の中で、日雨量の最大である1981年及び融雪期に災害が発生した2000年、2012年の水文諸量及び各タンクの流域貯留量を比較したものである。この図によると、日雨量の最大事例である1981年に比べ、融雪期に災害が発生した2000年や2012年の事例は流域貯留量の大きい状態が長く続く傾向にあるため、

より災害発生リスクが高いと推察される。

また、図-2 から、流域貯留量が土壌水分量指数の値と比較して大きく、より安全側の評価がなされていることがわかる。これは、現在の気象庁の運用では土壌雨量指数を計算するためのパラメータが日本全国で一定としているのに対し、流域貯留量は流域の特徴を反映したパラメータが設置されていることによるものと考えられる。

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) 融雪を考慮した土壌水分量指数を算出し、スネーク曲線を作成することにより斜面災害の発生リスクを評価した。加えて、流域水循環に基づく流域貯留量を算出し、流域の特徴を反映した斜面災害の発生リスクを妥当に評価した。
- (2) 提案した手法に基づき、災害発生地点の流域貯留量を推定した。その結果、2000年と2012年の地すべりは流域貯留量が最大の時に雨量と融雪による影響を伴い発生したと考えられる。

以上、本研究による貯留量の評価は、土砂災害発生危険度を判定する上で有効な情報と考えられた。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、(独)土木研究所寒地土木研究所防災地質チーム及び(一財)日本気象協会の松岡直基氏、臼谷友秀氏より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) 気象庁；土壌雨量指数：<http://www.jma.go.jp>
<http://www.jma.go.jp/kishou/know/bosai/dojoshisu.html>
 2) 臼谷友秀，中津川誠，松岡直基：融雪期の土砂災害に関連する土壌水分の定量評価，土木学会論文集B1（水工学）Vol.69, No.4, pp.403-408, 2013.