

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

(株)北海道技術コンサルタント 岩倉 徹 神原孝義 谷本英徳 大谷健一
 北海道開発局石狩川開発建設部 時岡真治 渡邊智明 大西正容

1. はじめに

北海道などの積雪寒冷地域では、融雪期に融雪水が地中に浸透する。融雪最盛期には数日～数週に渡り融雪水が地中に供給され、土壌内には多量の水が含まれた状態になるため、小規模な降雨でも土砂災害が発生しやすい状態になると考えられる。しかし、融雪が関与する土砂災害に関する警戒避難基準についての研究事例は少なく、融雪期は土砂災害が発生しやすい状況であるにもかかわらず、融雪水の影響を評価することが困難であるため、土砂災害に対する警戒避難における“空白期”となっている。本研究では、融雪水の影響を考慮した土砂災害警戒避難基準の設定方法について、検討を行う。

2. 融雪期に発生した土砂災害事例

表 1 に北海道において平成 8 年～平成 17 年の融雪期に発生した土砂災害の事例を示す。土砂災害発生地域は、道北、道央、道南の日本海側の地域が多い。これらの地域は積雪量が多いことから、融雪期に多量の融雪水が土壌に供給されることによると考えられる。また、No.1～No.4 及び No.9～No.10 は発生時に降雨が観測されていないことから、融雪水のみで起因した土砂災害の発生である。

3. 融雪起因土砂災害と降雨起因土砂災害の比較

表 1 における No.5・6 の融雪起因土砂災害の発生状況と、その近傍で夏期に発生した降雨起因土砂災害の発生状況の比較を行う。比較では、60 分間積算雨量と土壌雨量指数を指標とする。図 1 に No.5・6 の土砂災害発生箇所近傍のアメダス観測点における時間雨量、時間融雪量、積雪深を示す。時間融雪量は、近隣気象観測点の気象データにより、熱収支法により算出した推定値である。図 2 に土砂災害発生箇所における等 RBFN 出力値線と土砂災害発生時のスネークラインを示す。図中の融雪期のスネークラインにおける土壌雨量指数は、図 1 に示した時間雨量と時間融雪量の積算値を入力して算出したものである。融雪期における土砂災害発生時のスネークラインは、RBFN 値が 0.7～0.6 まで到達し、ピーク時には RBFN 値が 0.6～0.5 まで到達している。一方降雨起因土砂災害のスネークラインは、平成 9 年 8 月 10 日 2:00 において RBFN 値 0.4～0.3、平成 11 年 7 月 31 日 9:00 において RBFN 値 0.7～0.6 である。このように、融雪起因土砂災害発生時のスネークラインは、降雨起因土砂災害の同等程度の RBFN 値まで到達している。このことは、融雪期に発生する土砂災害は、60 分間積算雨量と土壌雨量指数を指標とした場合において、降雨起因土砂災害と同様の特徴を有していることを意味しており、融雪の影響を適切に評価することにより、降雨起因土砂災害と同様の手法で土砂災害の発生を監視可能であることを示している。

表 1 融雪期に発生した土砂災害事例 (H8～H17)

No.	発生年月日	発生時刻	市・郡	町・村	字	土砂災害の種類	発生原因	降雨	
								最大時間雨量	連続雨量
1	H11.4.1	17:30	礼文郡	礼文町	内路	がけ崩れ	融雪	0	0
2	H11.4.14	2:00	小樽市	忍路	国道5号線	がけ崩れ	降雨・融雪	1	1
3	H11.4.15	18:05	積丹郡	積丹町	厚苫	がけ崩れ	融雪	0	0
4	H11.4.18	17:00	上川郡	下川町	班溪93林班	がけ崩れ	融雪	0	0
5	H16.2.22	19:00	爾志郡	熊石町	見日	がけ崩れ	降雨・融雪	12	83
6	H16.2.22	19:00	爾志郡	熊石町	折戸	土砂流出	降雨・融雪	12	83
7	H16.3.17	16:00	積丹郡	積丹町	野塚	土石流	降雨・融雪	17	58
8	H16.3.17	15:00	古平郡	古平町	港町	がけ崩れ	降雨・融雪	10	37
9	H19.4.30	2:30	小樽市	朝里川温泉	朝里温泉 入水・滝沢	土砂流	融雪	0	0
10	H19.5.2	16:00	小樽市	朝里川温泉	道々 小樽定山溪線	がけ崩れ	融雪	0	0

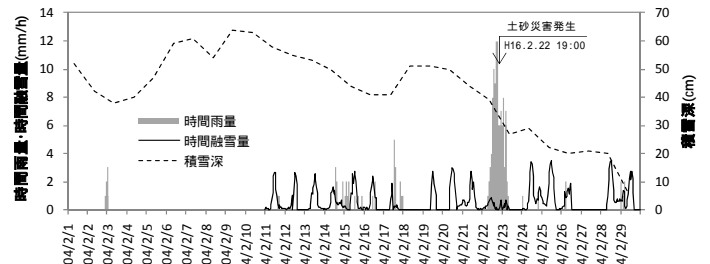


図 1 土砂災害発生時の時間雨量,融雪量,積雪深

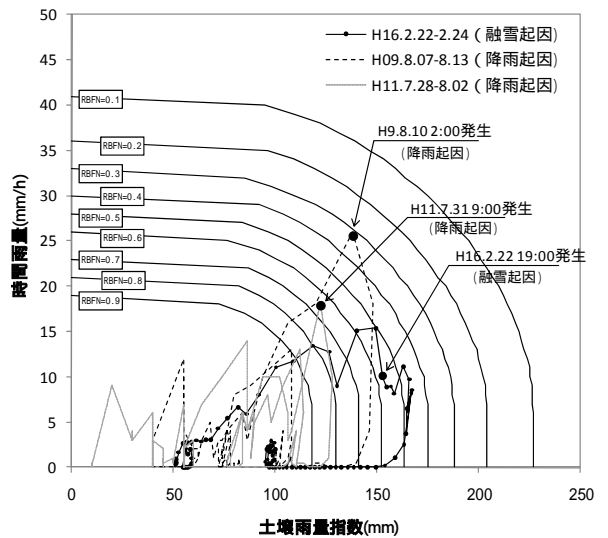


図 2 土砂災害発生時のスネークライン

4. 融雪期における土砂災害警戒避難基準設定手法の検討

(1) 融雪期の土壌雨量指数の変動特性

図3に札幌市南区に位置する(独)農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センターにおける気象観測データを用いて、熱収支法により算出した融雪量と、融雪量を入力として算出した土壌雨量指数の時間変化を示す。融雪初期の土壌雨量指数は、融雪の進行に伴い単調に増加しているが、融雪中期～後期にかけては、60～80mm程度の値で安定して推移している。この土壌雨量指数の融雪中期～後期における安定した変動特性は、土壌雨量指数算出における直列3段タンクモデルの第2・第3タンクの貯留高の変動に起因している。

(2) 設定手法の検討

融雪期における土壌雨量指数の変動特性を利用し、融雪中期～後期の降雨に伴い発生する土砂災害の監視方法について検討する。2001～2008年融雪期の第2・第3タンク貯留高を調査した結果、平均的に第2タンクには10mm、第3タンクには50mmの水が常に貯留された状態であった。そこで、第2・第3タンクにそれぞれ10mm、50mmの水が常に貯留された条件のもと、降雨に平均的な時間融雪量に相当する2mm/hを加えた値を入力し、融雪期の土壌雨量指数を算出する。図3の2004年融雪期後期に、図1で示した土砂災害発生時の降雨を仮定する(図4)。図5に降雨と融雪水を両方入力して算出した土壌雨量指数によるスネークライン(1)と、上記の条件を設定して算出した土壌雨量指数によるスネークライン(2)を示す。両スネークラインは、降雨初期では差異が大きいものの、降雨のピーク付近ではよく一致しており、両スネークラインは同程度のRBFN値まで到達している。このことは、直列3段タンクの貯留高に適切な条件を設定することにより、融雪の影響を考慮した土壌雨量指数が一定の精度で算出可能であり、融雪期に降雨を伴って発生する土砂災害を、融雪量に関するデータを用いずに監視可能であることを意味している。

5. まとめ

融雪期における土砂災害警戒避難基準設定手法について検討を行った。融雪と降雨に起因する土砂災害発生特性を比較した結果、融雪起因土砂災害は、融雪量を適切に評価することにより、降雨起因土砂災害と同様の手法により監視可能であることが示された。また、土壌雨量指数の算出において第2・第3タンクに一定の貯留高を設定することで、融雪量に関するデータを用いずに、融雪の影響を考慮した土壌雨量指数の算出が可能となり、融雪期の降雨に伴い発生する土砂災害が監視可能になることが示された。ただし、設定したタンクの貯留高は、地域毎の融雪特性を反映したものであることから、適用に当たっては各地域の融雪特性を十分把握する必要がある。また、本検討では融雪期に降雨を伴って発生する土砂災害を対象としたが、融雪水のみにより発生する土砂災害に対する手法の検討も必要である。

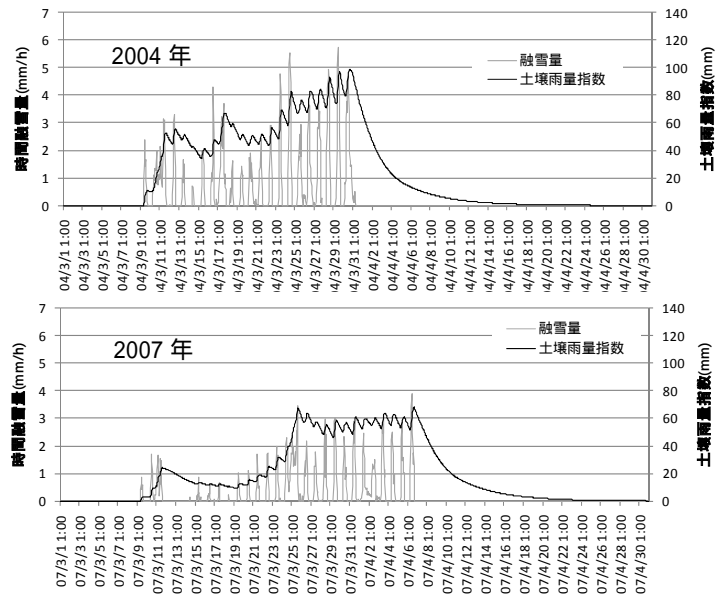


図3 融雪期における土壌雨量指数の時間変化

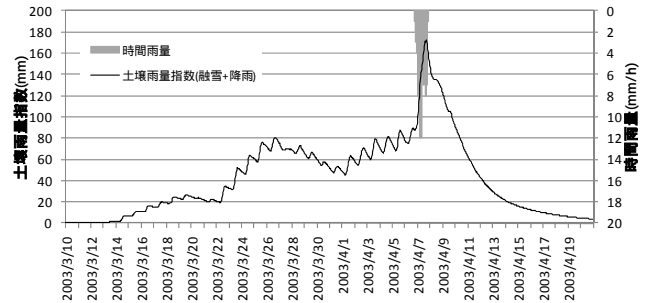


図4 2004年融雪期後期に降雨を想定した場合の土壌雨量指数

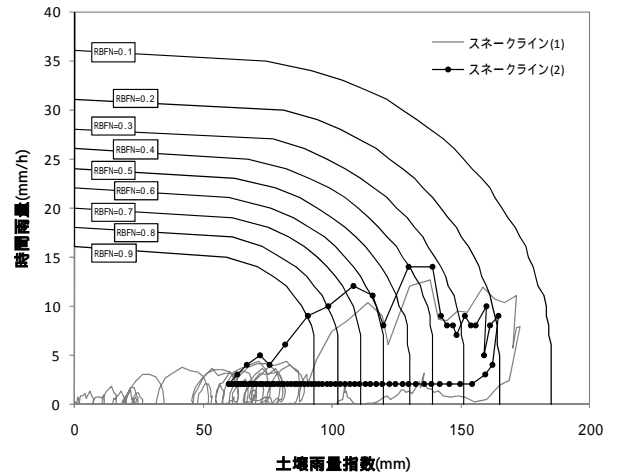


図5 スネークライン(1)と(2)の比較