

連続観測による融雪時の斜面と平面における土壌水分率の違いについて

Continuous observation of soil water content on a sloped surface and a flat surface ground during a snowmelt event

櫻井 俊光¹, 吉井 昭博¹, 松下 拓樹¹, 西村 敦史¹
Toshimitsu Sakurai¹, Akihiro Yoshii¹, Hiroki Matsushita¹, Atsushi Nishimura¹
Corresponding author: sakurai@ceri.go.jp (T. Sakurai)

This study shows that the soil water content increases during a snowmelt event and the timing of meltwater flow underneath the snow cover is different between a sloped surface and a plane ground, with slopes increasing first and flat surface ground increasing after 20 hours later.

1. はじめに

昨今の温暖化の影響で積雪期に極端な大雨や気温上昇が生じ、斜面積雪に雨水や積雪表面の融解水が浸透して土砂を伴う湿雪雪崩を誘発することが懸念される。例えば、2018年3月9日に発生した土砂を伴う大規模な雪崩では、雪崩発生まで325mmもの融雪量を考慮した連続換算雨量が推計された¹⁾。この事例では事前に通行止めを実施していたため道路利用者の被害は無いものの、土砂を伴う湿雪雪崩が道路に到達したことでデブリによる舗装路面等が損傷する被害があった¹²⁾。このため、極端な大雨や気温上昇による湿雪雪崩の発生頻度やタイミングを司るメカニズムを解明することは、道路管理においては非常に重要な情報となる。

斜面積雪内に融解水や雨水が浸透する現象においては、先行研究を平島・大澤³⁾が総説としてまとめている。積雪内部への水の浸透は、平地と斜面で異なる。平地では積雪表面から浸透した融解水が積雪内部に選択的に水みちを形成し、水みちを通過することで速やかに融解水は底面から排出される。斜面では積雪内部の層構造により帯水層が形成されて、水は層構造に沿って側方に流れる傾向が強いが、この帯水層を突破した水が下層に浸透して、最終的には比較的均一に積雪内に浸透することが知られている⁴⁾。

このように、平地と斜面の積雪層では融解水の挙動が異なるため、融解水の挙動を的確に捉えることは、湿雪雪崩の発生メカニズムの解明に役立つものと考えられる。しかし、斜面の積雪における底面からの流出量や、気温が上昇してから融解水が流出するまでのタイミングについては、十

分に明らかにされていない。そこで本研究は、斜面積雪における底面の流出量を把握することを目的にした基礎調査として、土壌水分センサーを利用して平面と斜面の土壌含水率を測定した。ここでは、土壌含水率の変化から積雪底面からの流出量を見積もることを想定している。

2. 観測方法

寒地土木研究所が所有する石狩吹雪実験場(北海道石狩市)における盛土試験道路の法面に、土壌水分センサー(10HS, メータージャパン社製)6本を深さ10cm程度の土壌内に設置し(図1a,b), 土壌含水率を連続測定した。

利用した土壌水分センサーは土壌水分の誘電

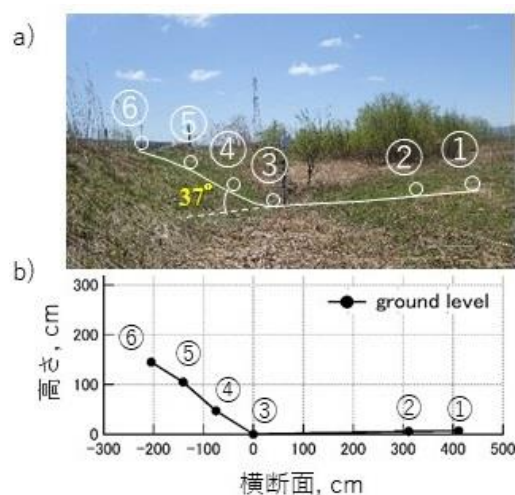


図1 土壌水分センサーの設置位置。

a) 横断側から撮影した写真, b) センサー設置箇所の高さと同断面。

¹ 土木研究所 寒地土木研究所

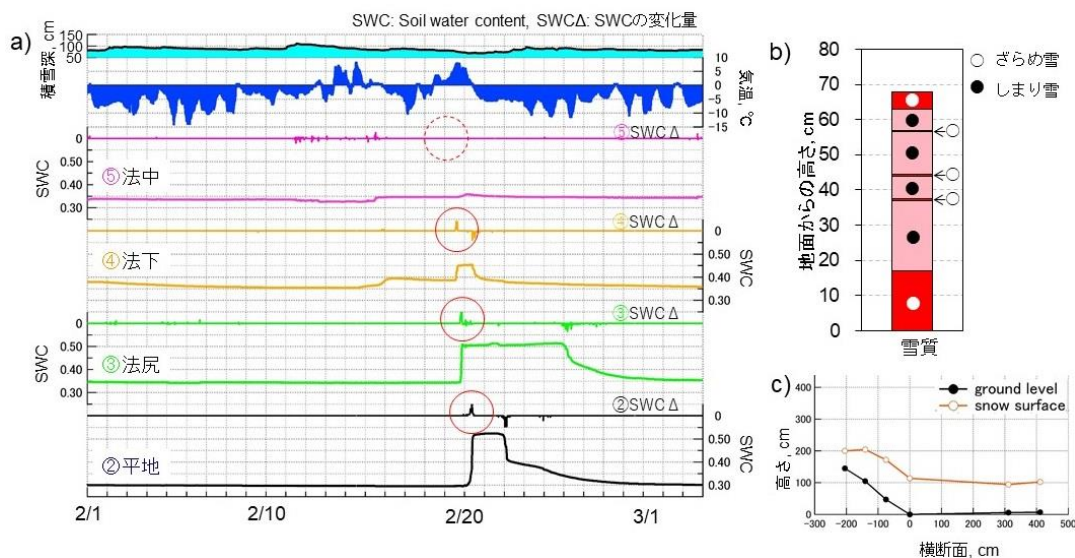


図2 体積含水率と断面観測の測定結果.

- a) 土壌水分センサーで測定した土壌の体積含水率の時間変化. ②~⑤は図1の番号に一致.
b, c) 2月14日に実施した断面観測結果: 雪質(b)と横断面の積雪深(c).

率を測定するものであり、体積含水率として算出される。本研究で利用したセンサーは先行研究で積雪の含水率を測定することを目的に利用された土壌水分センサーと同等品⁵⁾で、体積含水率の精度は $\pm 3\%$ 、分解能は 0.08% である。データの記録間隔は10分、記録期間は2023年7月~2024年3月で、解析では2024年2月1日~3月3日のデータを用いた。また、積雪の層構造を観測するため、土壌水分センサーを埋設した地点から10m程度離れた平地で断面観測を2月14日に実施した。積雪深と気温はAMeDAS石狩の観測データを用いた。

3. 観測結果

図2aに、土壌水分センサーで測定した土壌の体積含水率の時間変化を示す。2024年2月中旬の積雪期において、気温が 0°C 以上に上昇したとき、斜面と平面における積雪底面で土壌含水率も著しく上昇することを確認した。斜面と平面では土壌含水率が上昇するタイミングが異なり、斜面で先に、平面で約20時間遅れて上昇した。今回の観測では、斜面の方が、融解水が積雪底面に到達する速度が速い結果となった。

図2b,cに、断面観測の結果を示す。断面観測で測定した雪質の結果から、ざらめ雪としまり雪が交互に層構造を形成していた。また、横断面の積雪深から、平地①で89.5cm、平地②で92.5cm、法尻③で113.5cm、法下④で125.0cm、法中⑤で

98.5cm、法頭⑥で33.0cmであった。積雪の層構造と横断面の積雪深から、積雪表面からの融解水の浸透過程は、積雪量の少ない法頭(⑥)から積雪底面を伝って法中(⑤)、④に流水し、平地における積雪表面の融解水も合わせり時間とともに徐々に法尻(③)に到達、その後に平地(②、①)にも融解水が到達したものと考えられる。この結果は先行研究⁴⁾と異なることから、今後も継続した詳細な測定が必要である。

【参考文献】

- 1) 石本敬志, 2018: 2018年3月野塚トンネル雪崩の概要, 北海道の雪氷, No.37, 135-138
- 2) 川又基人, 岡崎健治, 嶋田智宏, 2024: 一般国道236号天馬街道における雪崩発生斜面の地形及び堆積物の特徴, 第67回北海道開発技術研究発表会論文, 案-70, 1-6
- 3) 平島寛行, 大澤光, 2021: 斜面積雪中における水の側方流の解明に向けたこれまでの研究と課題, 雪氷, 83(6), 555-567
- 4) 池田慎二, 松下拓樹, 勝島隆史, 石田孝司, 2015: 湿雪雪崩の発生評価における積雪モデルの活用について, 寒地技術論文・報告集, 31, 197-202
- 5) 後藤博, 菊池勝弘, 梶川正弘, 2012: 表層土壌の相違が積雪含水率と雪質に与える影響, 雪氷, 74(2), 145-158