

浸透水の影響に着目した斜面と平地の積雪の比較

○池田慎二¹⁾、勝島隆史²⁾、伊東靖彦¹⁾、松下裕樹³⁾、野呂智之¹⁾、竹内由香里⁴⁾

1) (独)土木研究所 雪崩・地すべり研究センター

2) 富山高等専門学校

3) (独)土木研究所 寒地土木研究所

4) (独)森林総合研究所十日町試験地

1、はじめに

現在、筆者らは気象データから積雪構造、雪質、密度等を算出することのできる積雪モデルを用いて、湿雪雪崩の危険度を評価する手法の検討を行っている。湿雪雪崩が発生する際には積雪への水の浸透は重要な要因である。図 1 に示したように、実際の積雪においては水が浸透する際には水みちが形成され局所的に水が浸透するが、従来の積雪モデル(例えば Hirashima et al., 2010)においては、水の浸透を均等に扱っていたため、水の影響によって形成されるざらめ雪層の厚さが過大になるという課題があった。このため本研究では Katsushima et al., (2009) による、水みちへの水の流下を考慮した積雪モデルを用いることとした。このモデルでは、仮想的に積雪を水みち領域と非水みち領域に分けることによって、積雪層の再現性を高めるよう工夫されている(図 1)。すなわち、水の浸透によって増加する積雪の空隙含水率に閾値を設け、それを超える浸透水の供給があった際には、以降の浸透水は水みちに流下するよう設定されている。

これまで閾値は平地での積雪断面観測結果を基に設定されているが、平地と斜面では水の浸透状況が異なることが予想されるため、雪崩の危険度評価においては斜面積雪の観測結果を基に検討する必要があると考えられる。このため本研究では、平地と斜面において定期的に積雪観測を実施し、浸透水の影響に着目して斜面と平地の積雪の比較を行った。



実際の積雪



従来のモデル



Katsushima et al., 2009

図 1 積雪への水の浸透状況とモデルによる再現方法

2、観測地および観測方法

観測地：森林総合研究所十日町試験地露場(新潟県十日町市、北緯 37° 08′、東経 138° 46′、標高 200m)

斜面勾配および斜面方位：40°、北東

観測内容：積雪断面観測(2011 年 1 月 5 日から 3 月 26 日、斜面：約 20 日毎(5 回)、平地約 10 日に実施)

観測項目：積雪層構造、雪質、粒径

3、観測結果

雪質および積雪層構造の推移を図 3 に、積雪全層に対するざらめ雪の占める割合(ざらめ率)の推移を図 2 に、観測時の積雪断面の例を写真 1 にそれぞれ示す。図 3、図 2 から、斜面積雪のざらめ率が高いことがわかる(平均で 26%の差)。最もざらめ率に差異がみられた 3 月上旬のざらめ率は、斜面：99%、平地 54%であった。また、積雪断面の観察において斜面では平地と比べて、局所的に水が浸透する鉛直方向の水みちの形成が少なく、平地よりも積雪層全体に均一に水が浸透している傾向が見られ(写真 1)、水の浸透の差異が積雪の差異をもたらしていると考えられた。

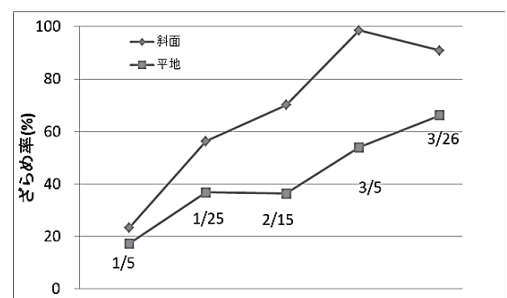


図 2 ざらめ率の推移

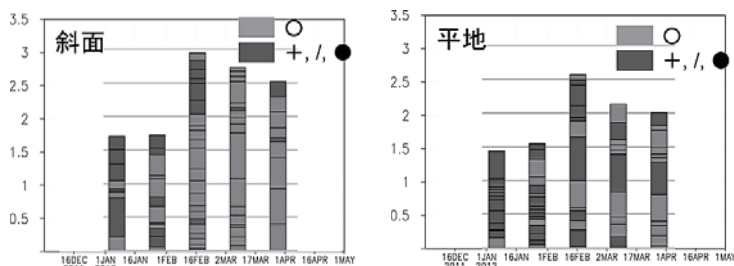


図 3 雪質および積雪層構造の推移

○：ざらめ雪、+：新雪、/：こしまり雪、●：しまり雪

4、モデルによる非水みち領域への流下量の検討

Katsushima et al., (2009) においては、実測とモデルの計算結果におけるざらめ率が一致するように、水みちへの流下が発生する空隙含水率の閾値を設定する。今回の実測を基に検討した結果、閾値を斜面：0.0735、平地：0.0720 とした際に最もざらめ率の再現性が良くなることがわかった。図 4 は実測と、この閾値を用いて計算したざらめ率の推移である。

この閾値を用いて計算した、積雪表面から供給された積算の浸透水に対する、非水みち領域に流下する水量の割合を図 5 に示す。全体的に、非水みち領域への流下量の割合は 1 月～3 月において小さく、3 月末から 4 月にかけて大きくなる傾向がみられた。根雪期間全体の積算値においては、平地では 0.53 であるのに対し、斜面では 0.86 が水みちを流下している。また、3/26 の観測を行った時点では平地：0.17、斜面 0.66 と約 4 倍という大きな差異がみられた。

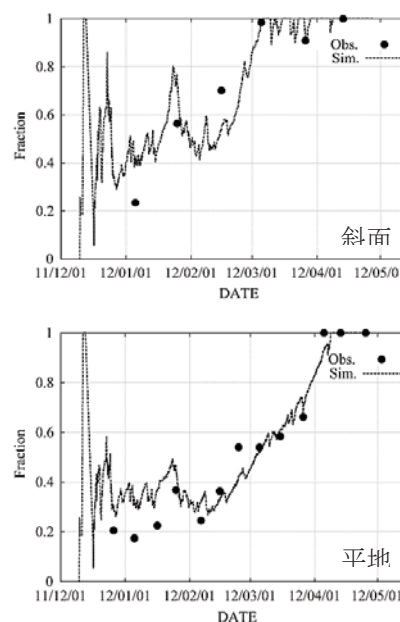


図 4 ざらめ率の推移
(実測と計算結果)



図 5 非水みち領域への水の流下量(積算値)の推移

5、まとめ

本研究によって平地と斜面では積雪が大きく異なり、その原因は水の浸透状況の差異によってもたらされることが示唆された。

今後、このような水の浸透状況の差異がもたらされる原因について検討していきたい。

＜参考文献＞

- Katsushima, T., Kumakura, T., Takeuchi, Y., 2009. A multiple snow layer model including a parameterization of vertical water channel process in snowpack. Cold Regions Science Technology 59(2-3), 143-151.
Hirashima H., Yamaguchia S., Satoa A., Lehningb M.: Numerical modeling of liquid water movement through layered snow based on new measurements of the water retention curve. Cold Regions Science and Technology, 64, 94-103, 2010



写真 1 積雪断面の例