

○池田慎二<sup>1)</sup>、勝島隆史<sup>2)</sup>、伊東靖彦<sup>1)</sup>、竹内由香里<sup>3)</sup>、秋山一弥<sup>1)</sup>

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)森林総合研究所十日町試験地

## 1. はじめに

積雪へ浸透する水は積雪層構造や雪質、密度、含水率、積雪強度に影響を与えることによって湿雪雪崩の発生の原因となる。現在、筆者らは気象データを基に積雪層構造、雪質、密度等を推定する積雪多層モデルを用いた湿雪雪崩の危険度評価手法の研究に取り組んでいる。しかし、既存の積雪多層モデルは平地の積雪における観測データを基に構築されている(たとえばため斜面と平地の積雪の差異を明らかにし、斜面積雪に適応した積雪多層モデルを構築する必要がある。本稿では、水の浸透状況と積雪安定度に着目し、2012年度、2013年度、2014年度の3冬期の観測結果を基に斜面と平地の積雪の差異について述べる。

## 2. 研究方法

### 2.1 観測地および観測方法

観測地(図1): 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)

観測内容: 積雪断面観測(2011年度: 6回、2012年度: 6回、2013年度: 5回実施)

観測項目: 積雪層構造、雪質、粒径、積雪硬度、含水率

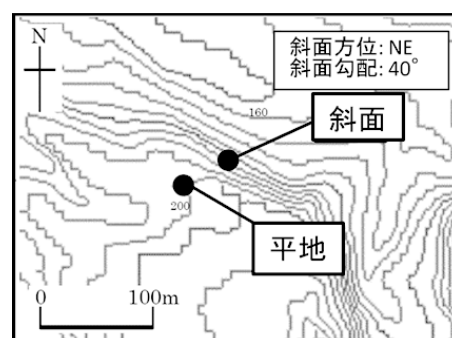


図1 観測地

### 2.2 安定度( $SI$ )の算出方法および斜面と平地の安定度の比較方法

斜面と平地においては、積雪構造や雪質が大きく異なるため同一の層に着目して比較することは難しい。このため、観測結果を基に(1)式を用いて安定度( $SI$ )を求め各積雪断面観測実施時における $SI$ の鉛直プロファイルを算出し、その中の最低値( $SI_{min}$ )を示した層に着目して斜面と平地の積雪を比較することとした。

$$SI = ow / W \cdot \sin\theta \cos\theta \cdot \dots \cdot (1)$$

$W$ : 単位水平面積当たりの積雪荷重 (Pa)

$ow$ : 弱層のせん断強度指数:  $SFI$ (Pa)

$\theta$ : 斜面勾配 (°)

※ $ow$ は、山野井他(2004)の手法を用いて硬度(プッシュプルゲージ)より求めた。

※平地の観測結果については、実験斜面と同じ勾配40°と仮定して $SI$ を算出した。

## 3. 結果と考察

### 3.1 斜面と平地における $SI_{min}$ の比較

図2に2011年度冬期における $SI_{min}$ の推移を示す。図において全体的に斜面の方が $SI_{min}$ が低い傾向がみられる。このような傾向は2012年度、2013年度においても同様であった。斜面の方が $SI_{min}$ が低い観測事例において $SI_{min}$ を示した積雪層の状態に着目すると以下の2つのタイプがみられた。

- ・上下の層も含めて全体的に含水率が高い層において $SI_{min}$ がみられる事例
- ・局所的に含水率が高い層において $SI_{min}$ がみられる事例(図3)

### 3.2 斜面において $SI_{min}$ がみられた積雪層の特徴

図4に  $SI_{min}$  を示した積雪層における体積含水率、 $SFI$ 、乾き密度の関係を示す。図から  $SI_{min}$  を示した積雪層の体積含水率、 $SFI$ 、乾き密度の関係は、ばらつきはあるものの、概ね山野井他2002において示されたものと同様の傾向を持っていることがわかる。しかし、斜面において  $SI_{min}$  を示した積雪層は平地と比べて密度が低く含水率が高い傾向がみられる。図5に  $SI_{min}$  がみられた積雪層の積雪表面からの位置と乾き密度の関係を示す。図から斜面において  $SI_{min}$  がみられた積雪層は平地と比べて積雪表面に近く、密度が低い傾向があることがわかる。

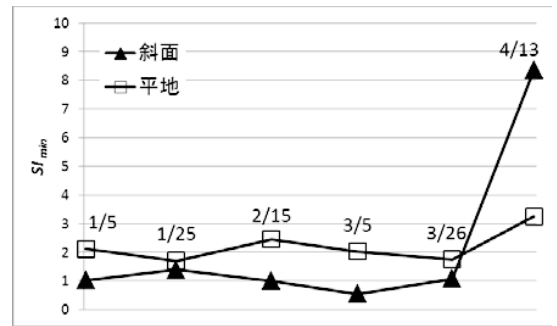


図2  $SI_{min}$  の推移(2011年度冬期)

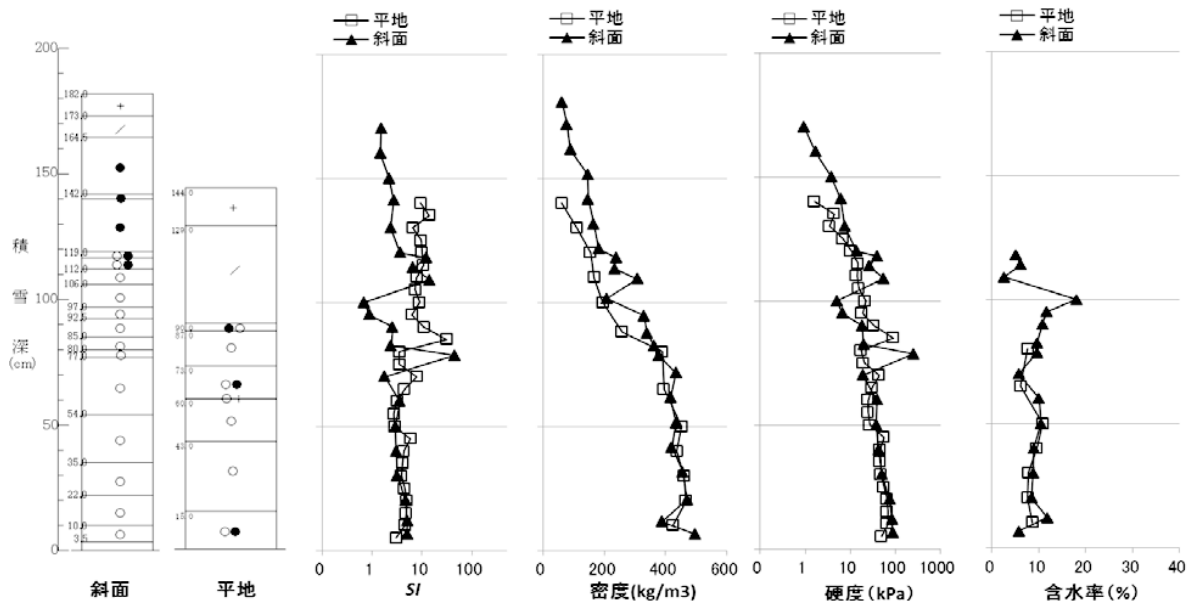


図3 積雪断面観測結果の例(2012年1月7日)

以上から、斜面において平地よりも  $SI_{min}$  が低くなる傾向がみられる原因は、斜面の方が平地よりも、比較的密度が低い積雪表面付近において含水率が高い層が形成されやすいためであると考えられる。

#### 4. 今後の課題

本研究の結果から斜面の方が平地よりも、比較的密度が低い積雪表面付近において含水率が高い層が形成されやすいことが示唆された。今後、斜面積雪においてこのような特徴が表れる原因を明らかにし積雪多層モデルに反映させることによって湿雪雪崩の危険度評価技術の向上を図りたい。

#### 5. 参考文献

- 山野井・竹内・村上, 2004: プッシュゲージを用いた斜面積雪安定度の推定. 雪氷, 66, 669-676.  
 山野井・遠藤, 2002: 積雪におけるせん断強度の密度および含水率依存性. 雪氷, 64, 443-451.

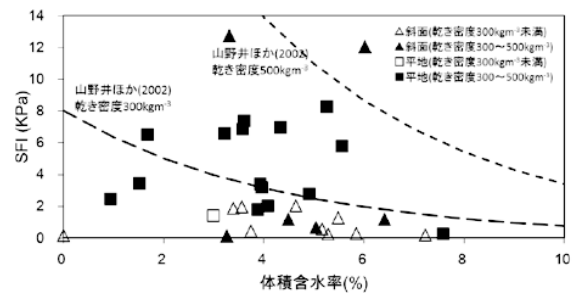


図4  $SI_{min}$  を示した積雪層における体積含水率と  $SFI$  および乾き密度の関係

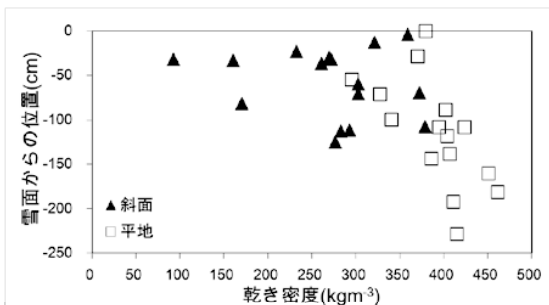


図5  $SI_{min}$  を示した積雪層の位置と乾き密度との関係