

暖地積雪地帯の森林内における多地点積雪深観測について

Multipoint snow depth observations in a forest in warm snowy area

○藤原洋一¹ 高瀬恵次¹ 長野峻介¹ 一恩英二¹ 小倉 晃² 田中健二¹

○Y. Fujihara¹, K. Takase¹, S. Chono¹, E. Ichion¹, A. Ogura², K. Tanaka¹

1. はじめに 森林帯における積雪状況を正確に把握することは、流域内包蔵水量の推定、融雪出水の予測などにおいて非常に重要であるが、山岳域における積雪観測には大きな苦勞が伴う。最近では、航空レーザー測量を用いた積雪観測も試みられているが、航空レーザー測量は費用が高い、また、観測を行ったある1シーンの状況しか理解できないといった問題もある。そこで、本研究では、安価で頑健な積雪観測手法（大原、2008；藤原ら、2015）を利用して、森林内の積雪深変動を多地点において観測した。さらに、観測した積雪深と地形特性（標高、斜面方位）および森林特性（開空度）との関係について調べた。

2. 研究方法 石川県農林総合研究センター内に約800×400mのエリアを設定し、この中に21地点の積雪観測地点を設けた。スギ人工林が7割程度を占め、残りはカラマツ人工林、広葉樹となっている。各観測地点には小型温度データロガーを活用した積雪深計を設置し、藤原ら（2015）の方法によって日単位の積雪深を観測した。観測期間は、2013年12月から2014年3月、2014年12月から2015年3月、2015年12月から2016年3月の3冬期である。次いで、積雪と地形特性との関係を調べるために、地形変数として標高、斜面方位を抽出した。斜面方位には、北向きか南向きかを表す指標であるNorthingを利用し、真北を示すと1、真南を示すと0となる。また、数値標高データには、5m解像度の基盤地図情報を使用した。さらに、積雪・融雪のプロセスは、地形特性だけでなく森林特性にも影響を及ぼされる。そこで、本研究では林冠の隙間を百分率で表す樹冠開空度を利用した。森林内21地点の観測地点において、デジタルカメラ（Coolpix950）、魚眼レンズ（FC-E8）を利用して観測地点の全天写真を撮影した。撮影した写真から解析ソフト（CanopOn2）を用いて、天頂角25度の範囲の開空度をそれぞれの地点において求めた。そして、21観測地点の日積雪深と変数（標高、斜面方位、開空度）との相関係数を日ごとに算出した。さらに、同じく21観測地点の日積雪深データを利用して、積雪深を目的変数、標高、斜面方位、開空度を説明変数とした重回帰式を適用し、それぞれの偏回帰係数も日ごとに計算した。

3. 結果・考察 3冬期における気象の変動は非常に大きく、2013～2014年冬期（12月～3月）の平均気温は3.0℃、2014～2015年冬期の平均気温は2.8℃、2015～2016年冬期の平均気温は4.4℃であった。ここでは紙面の都合から、最も低温で積雪量が多かった2014～2015年冬期の結果について述べる。Fig.1に、全21地点の観測積雪深と地形・森林特性（地点の標高、斜面方位（Northing）、開空度）との相関係数を日ごとに求めた結果を示す。

¹ 石川県立大学生物資源環境学部 *Ishikawa Pref. Univ., Fac. of Bioresources and Environmental Sciences*

² 石川県農林総合研究センター *Ishikawa Agriculture and Forestry Center Forestry Experiment Station*

キーワード：積雪、融雪、森林、地形、観測

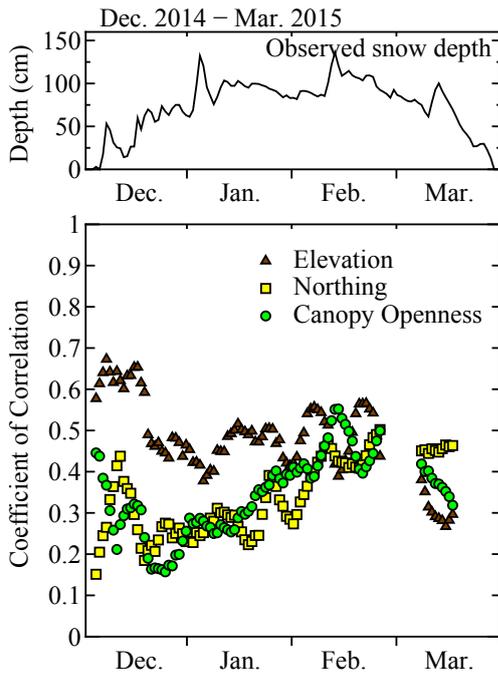


Fig.1 Correlation coefficient between snow depths and each predictor

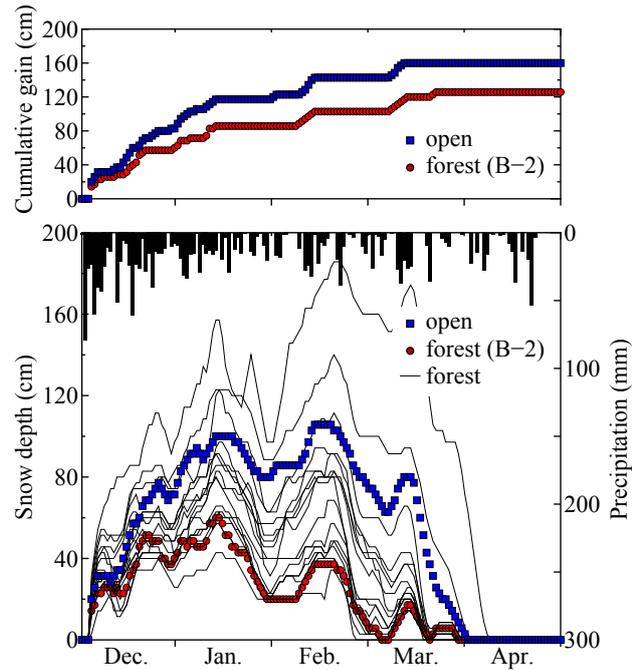


Fig.2 Snow depth observations at multipoint

Table 1 Reduction rates of snow depth (cm/day) in three periods and weather conditions

Period	Open	Forest(B-2)	風速	気温	湿度	日射	降水量
1/17-1/30	1.6 cm/d	2.4 cm/d	0.75 m/s	2.3 °C	83 %	49 W/m ²	83 mm
2/18-3/05	2.6 cm/d	2.6 cm/d	0.74 m/s	3.6 °C	84 %	65 W/m ²	147 mm
3/13-3/20	6.8 cm/d	2.6 cm/d	0.75 m/s	6.4 °C	77 %	114 W/m ²	96 mm

また、気象露場において観測した積雪深を最上段に示している。これを見ると、12月～1月の堆積期においては、標高と積雪深の相関係数が最も大きいですが、2月上旬からの融雪期においては斜面方位、開空度と積雪深の相関も強くなっていることが分かる。

次に、全21地点において観測した積雪深を Fig.2 に示す。ここで、オープン（開空度：100%、Northing：0.27、標高：219 m）で観測した結果を青四角、森林内（開空度：52%、Northing：0.21、標高243 m）で観測した結果を赤丸で示している。また、他の森林内で観測した結果を細実線で示している。これを見ると、2地点を除くとオープンの方が森林内よりも積雪が遅くまで残っていることが分かる。また、積雪深の増加量を比較することで降雪の樹冠遮断率を求めたところ（Fig.2 上段）、降雪の樹冠遮断率は約21%となり、降水の遮断率およそ11%（小倉、未発表）と比較すると大きいことが分かった。

積雪深が減少している3時期に着目して、積雪深の減少速度を求めた（Table 1）。3月は森林内の方がオープンよりも積雪深の減少速度が遅く、これは日射が森林によって遮られるためと理解できる。一方、1月は森林内の積雪の減少速度が2.4 cm/day、オープンの減少速度は1.6 cm/day となっており、森林内の減少速度の方が早くなっている。これは、樹体からの長波放射の影響と考えられるが、今後より詳細な観測が必要である。

4. おわりに 開空度が積雪・融雪に及ぼす影響は、標高、斜面方位の影響と同程度であった。降雪の樹冠遮断は降水のそれよりも大きく、樹体からの長波放射も無視できない可能性が高いことから、これらのプロセスを積雪・融雪モデルに組み入れる必要がある。