

林内の融雪に関する風洞実験 Wind-tunnel experiment on snowmelt in model forest stands

○佐藤北斗・松浦純生・阿部修・平島寛行・望月重人・丸山敬・柴崎達也・大澤光・中町聡
○Hokuto SATO, Sumio MATSUURA, Osamu ABE, Hiroyuki HIRASHIMA, Shigeto MOCHIZUKI,
Takashi MARUYAMA, Tatsuya SHIBASAKI, Hikaru OSAWA, Satoshi NAKAMACHI

A wind tunnel snow-melting experiment with model trees was conducted in order to study why strong wind sometimes causes a large amount of snowmelt. To investigate how vegetation affects aerodynamic roughness length or bulk coefficient, snow-melting rate and wind profile in vegetation were observed. This experiment shows that the larger percentage of vegetation cover became, the larger the roughness length became. However, melting rate decreased as vegetation increased, because the wind speed also decreased drastically in vegetation. On the other hand, the bulk coefficients calculated backward by melting rate were larger than the values calculated by the wind profile.

1. はじめに

融雪期の山地において融雪水量を高い精度で推定することは、土砂災害や雪氷災害などの発生危険度を評価するためには欠かせない。ところが、フェーン現象等による強風が発生した場合、バルク法等を用いた推定融雪量は過小評価されるという報告がある(松浦ら、1996)。その原因として地形傾斜、植生といった要因が考えられる。しかし、萩村ら(2014)によると地形形状による影響は小さい可能性が示されている。また、Kondo, J. and Watanabe, T. (1992)によると、森林植生が空気力学的粗度・乱流強度に与える影響は大きいという。そこで、強風時に森林植生が融雪特性に与える影響を明らかにするため、樹木模型を用いた風洞融雪実験を行った。

2. 実験・測定方法

本実験は(独)防災科学技術研究所新庄雪氷環境実験所で行った。14.0m(L)×1.0m(W)×1.0m(H)の風洞内の下流5.0mの範囲に5.0cmの厚さの雪を敷き詰め、さらにその下流2.0mに高さ20cmの樹木模型を配置した。これらは縮尺1/100の幾何学的相似に従う。すなわち、積雪厚5.0m、樹木は20mを想定している。樹木模型の植被率は0%、7%、15%、21%であり、配置は千鳥状で、それぞれは相似を保っている。風速を7.0m/sに設定し、熱線風速計により群落内の風速の鉛直プロファイルを作成した。群落内に設置した78cm(L)

×64cm(W)のライシメータを設置し、積雪水量・融雪水量の測定を行った。風洞内の気温は14°Cに保ち、群落後部で高さ2.0cm(林間)と40.0cm(林冠上部)の2点における気温・湿度を測定した。また、各植被率ごとに風速0.0m/sでの対照実験を行い、長波放射・樹木模型による伝導熱などの熱量を測定した。

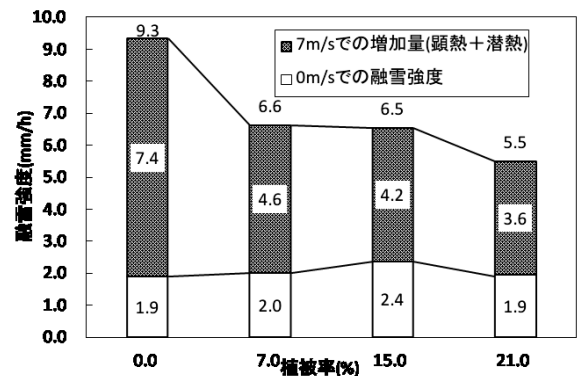


Fig.1 融雪強度

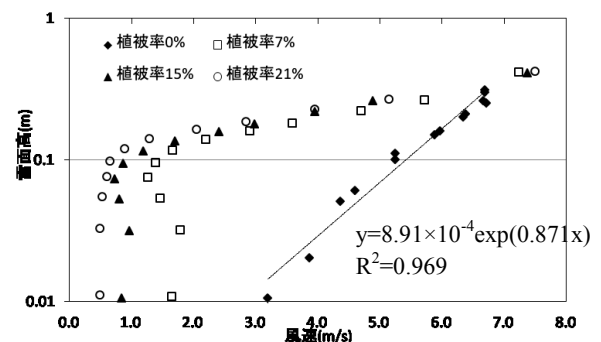


Fig.2 風速の鉛直プロファイル

3. 結果・考察

本実験から得られた融雪強度は Fig. 1 の通りであり、融雪強度は植被率が増すごとに小さくなることがわかった。対照実験との比較、また風速の鉛直プロファイル (Fig. 2) より、長波放射収支量や伝導熱の差よりも、風速の減衰が原因でこのような差が生じたと考えられる。そこで、気温・湿度を測定した 2 高度について、融雪強度から逆算により顕熱バルク係数 C_H を求めた (Table. 1)。高度 40cm では植被率が高いほどバルク係数は小さくなるが、高度 2 cm では植被率が大きくなるにつれてバルク係数が大きくなることが分かった。すなわち、林内で観測したデータにバルク法を適用した場合、融雪水量が過小評価される傾向にあることを示している。また、風速の鉛直プロファイルより各パターンにおける空気力学的粗度・顕熱バルク係数を算出した。ただし、植生がある場合については $d=125\text{mm}$ を見かけの地表面とし、これより上の測定点を用いて算出した (Fig. 3)。その結果、植被率が大きくなるほど粗度長も大きくなった (Table. 2)。そのため、この場合も顕熱バルク係数は植被率に応じて大きくなったものの、2.0cm の観測データから逆算した値より小さくなった。これは、樹冠部より上の風速では群落内、特に雪面付近の風環境を再現しきれない可能性があることを示唆している。

Table1. 逆算バルク係数

植被率 (%)	逆算 C_H	
	2cm	40cm
0	1.24×10^{-2}	5.78×10^{-3}
7	1.90×10^{-2}	3.23×10^{-3}
15	3.21×10^{-2}	2.88×10^{-3}
21	6.05×10^{-2}	2.43×10^{-3}

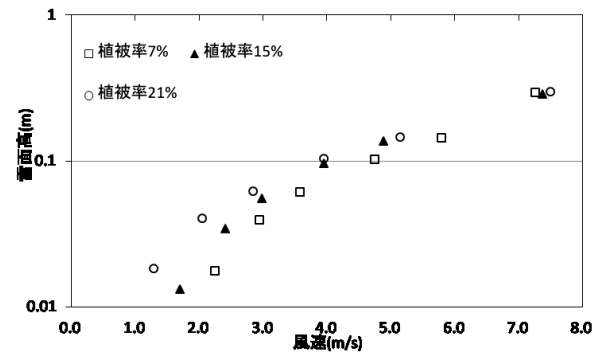


Fig. 3 風速の鉛直プロファイル (ゼロ面変位 $d=125\text{mm}$)

Table2. 粗度長とバルク係数

植被率 (%)	粗度長 (m)	$C_H(400\text{mm})$
0	7.70×10^{-4}	3.22×10^{-3}
7	6.68×10^{-3}	5.61×10^{-3}
15	9.69×10^{-3}	6.35×10^{-3}
21	1.57×10^{-2}	7.51×10^{-3}

参考文献

- 松浦ら(1996):山地斜面における強風時の融雪特性, 水文・水資源学会誌, 9(1), 48-56
 萩村ら(2014):模型斜面を用いた強風時の融雪実験, 日本雪工学会誌, 30(2), 1-6
 Kondo and Watanabe(1992): Studies on Bulk Transfer Coefficients over a Vegetated Surface with a Multilayer Energy Budget Model, Journal of the Atmospheric Science, 49(23), 2183-2199