

II - 6

森林が降雪に及ぼす影響評価

東北大学工学部 学生会員 ○戸塚 岳大
 東北大学大学院 学生会員 朝岡 良浩
 東北大学大学院 フェロー 沢本 正樹

1. はじめに

積雪分布特性は、対象地域のスケールにより異なるが、緯度、標高、斜面方位、植生などの様々な影響を受ける。特に積雪の多い山間部では森林の影響が大きい⁽¹⁾。森林が積雪分布に与える影響は、open areaの規模と形状、樹種、立木密度など多くの気象要因が関係している。また、森林の存在によって強く影響を受ける気象要素は日射と風速であり、降雪は風速による影響を受ける。まずは降雪過程に注目し、草地と森林における降雪過程の違いを明らかにし、森林が降雪に及ぼす影響について考察することを目的とする。

2. 実測による考察

2.1 実測概要

仙台市青葉区、青葉の森内（標高120m）の草地、常緑樹林帯、落葉樹林帯において積雪深を、1月23日、25日、27日の計3日測定した。なお、仙台管区気象台によると、1月23日から1月27日の仙台市の気象状況は以下の通りである。

表 1 仙台の気象状況

	23日	24日	25日	26日	27日
天気	雪/曇	晴/曇	晴	晴/雪	曇/晴
平均気温(℃)	-1.7	1.0	1.0	1.1	0.8
降水量(mm)	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0

2.2 実測結果

草地、落葉樹林帯、常緑樹林帯における積雪深の測定結果を表2に示す。

表 2 実測結果

	1月23日	1月25日	1月27日
草地	21.3	14.8	8.4
落葉樹林帯	19.3	13.0	6.8
常緑樹林帯	8.2	5.0	1.9

(cm)

2.3 考察

1月22日の夜から23日にかけて仙台市街でも12cmの降雪が記録された。青葉の森での降雪では、草地、落葉樹林帯、常緑樹林帯の順に積雪深が大きくなっている。これは樹冠による影響で、常緑樹林帯では樹冠遮断による影響が大きいことを示している。草地での積雪深21.6(cm)に対して、常緑樹林帯では8.22(cm)と、約60%が樹幹により遮断されている。また、草地と落葉樹林帯の積雪深に大きな差はなく、落葉樹林による樹冠遮断は1%程度であり、樹冠遮断の影響はそれほどないことが分かった。

また、降雪終了後の積雪深の減り方は常緑樹林帯で大きく、草地で小さくなっている。これは常緑樹林帯では風の影響を受けにくいため草地、落葉樹林帯に比べると気温が高くなっているためだと考えられる。なお、それぞれの場所での日射量は同程度だと考えられる。

今回は風による影響をあまり受けない地域を選んだため、樹冠遮断による影響で草地、落葉樹林帯、常緑樹林帯の純で積雪深が大きくなることがわかった。しかし、特に山岳地域や、密な森林では日射の影響や風による再分布の影響を考えなければならない。

3. 降雪モデル

3.1 降雪モデル概略

実測から分かったように、草地、落葉樹林帯、常緑樹林帯では降雪形態に大きな違いがある。そこで降雪モデルを用いて風による降雪の分布の様子を再現する。降雪モデルは入力値として風速、降雪強度、森林の状態(立木密度、葉の密度等)を用い、出力として時系列での森林内外の降雪分布が与えられる。

3.1 風速分布

森林内外の風速分布は、水平方向は実測値などを基に対数分布で与え、(1)式に示される連続式を満たすように鉛直方向の風速を推定した。

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

u : 水平方向の風速

v : 鉛直方向の風速

3.2 降雪過程

次に3.2で推定した風速分布を用いて、降雪が風によって運ばれていく様子を再現する。図1に示すように、 (i, j) メッシュから流出する降雪量は式(2)のように表される。

$$\begin{aligned} sfx_{i,j} &= dy \times u_{i,j} \times U_{i,j} \\ sfz_{i,j} &= dx \times v_{i,j} \times U_{i,j} \end{aligned} \quad (2)$$

また、 (i, j) メッシュからの流出量が隣のメッシュへの流入量となる。ここで降雪粒子密度 U は(3)で示される。(3)

$$\begin{aligned} U &= U_0 \exp(-\lambda D) \\ \lambda &= 25.5R^{-0.48} \end{aligned} \quad (3)$$

R は降雨強度(mm/hr)、 D は融解直径(mm)である。

また、沈降粒子数 G は式(4)で示される。

$$G = w \times U_{i,j} dt \times dx \quad (4)$$

ここで w は沈降速度(m/s)であり、式(5)で示される(4)

$$\begin{aligned} w &= \kappa \times D^\varepsilon \\ \kappa &= 100.4 \\ \varepsilon &= 0.279 \end{aligned} \quad (5)$$

したがって dt 秒後の (i, j) メッシュの降雪粒子密度は式(6)で示される。

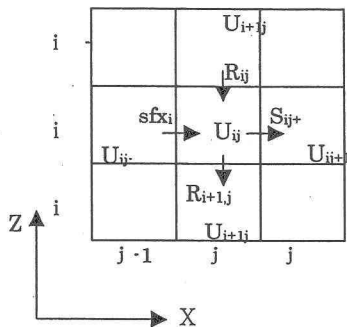


図1 降雪粒子のメッシュへの流出入

$${}_{t+1}U_{i,j} = \{ {}_tU_{i,j} \times dx dy + dt \times ({}_tS_{i,j} - {}_tS_{i,j+1} + {}_tR_{i,j} - {}_tR_{i+1,j}) + w \times ({}_tU_{i-1,j} - {}_tU_{i,j}) \times dt dx \} / dx dy \quad (6)$$

sfx_{in} : x方向の単位時間当たりの降雪粒子流入数 (1/s/m)
 sfz_{in} : z方向の単位時間当たりの降雪粒子流入数 (1/s/m)
 U : 降雪粒子密度 (1/m³)
 R : 降雪強度 (mm/hr)
 D : 融解直径 (mm)
 w : 沈降速度 (m/s)

図2に降雪モデルによるある一定時間経過後の落葉樹林での降雪分布を示す。これにより風によって雪が運ばれていく様子が再現された。

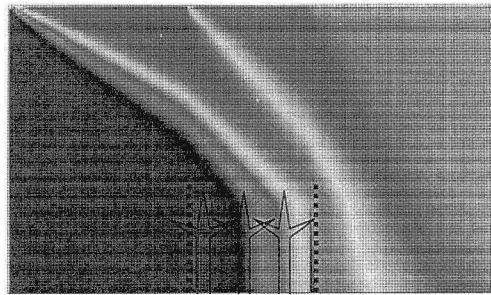


図2 落葉樹林での降雪分布

4. まとめ

- ・ 実測により常緑樹林帯、落葉樹林帯、草地の順で積雪深が大きくなることがわかった。
- ・ 降雪モデルにより落葉樹林帯での降雪が再現された

謝辞

本研究は「独立法人森林総合研究所」から援助をうけました。ここに記して謝意を示します。

《参考文献》

- 1) 塚本良則: 森林水文学, p195, 文永堂出版, 1992
- 2) 近藤純正: 水環境の気象学, 朝倉書店, 第6刷, 2000.
- 3) 菊池勝弘・大畑哲夫・東浦将夫: 降雪現象と積雪現象, pp35, 古今書院, 1995
- 4) 椎名徹・村本健一郎: 降雪粒子の落下速度と落下中の粒径および融解直径の関係, 電子情報通信学会論文誌, vol. J81-D-II, No. 6, pp. 1108-1114, 1998