

II - 2

森林が積雪に及ぼす影響評価

東北大学大学院 学生会員 ○戸塚 岳大

東北大学大学院 学生会員 泉 宏和

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⁾といわれている。森林の存在により、降雪は樹冠での遮断の影響を受け、林内に届く日射量の減少によって林内の融雪量は支配されている。森林が存在することにより、降雪量・融雪量に与える影響を評価し、最終的には積雪量にどのような影響を及ぼすのかを評価することが目的である。

そこで、森林の状態を表すパラメータとしてLAI (Leaf Area Index, 葉面積指数)を用い、LAIの違いによる融雪量、降雪量への影響を評価する。

2. 計算条件

想定樹種として、落葉林(冬季)、疎林、常緑針葉樹を考え、それぞれLAIを0.3、2.0、5.0とした。加えて草地における計算も行いそれぞれ比較した。

気象条件として、山形地方気象台において観測されている降水量を降雪モデルの入力値として、融雪モデルの入力値として気温、大気圧、露天温度、風速、蒸気圧、日射量を与えた。なおこれらのデータは1999年12月から2000年5月までの時間データである。ただし、降水量は日平均気温が2℃以下の場合に雪とし、降雪量として与えた。また、アルベドは降雪量と気温から推定する式を用いた。

3. 降雪モデル

降雪が地面に落ちることなく枝葉に捕捉されることを降雪遮断と言う。本研究で降雪遮断モデルは、大久保らのモデル²⁾を基にした。

降雪の遮断は降雨の遮断モデルに着雪の効果を考慮して式(1)のように表現される。

$$P_{\text{eff}} = P_{\text{rf}} [1 - \exp(-f a_i \delta_i \xi_i \zeta_i)] \quad (1)$$

ここで a は葉面積密度、 δ は葉層の厚さであり、 f は葉の傾きを表す係数でここでは0.5とする。 P_{rf} 、 P_{eff} は各葉層に対する遮断量、降雪量である。 ξ は着雪により遮断量が増

加する効果を表す係数、 ζ は冠雪量が最大限界に近づくにつれ遮断量(冠雪量の増加量)が減衰する効果を表す係数である。遮断量を計算し、冠雪量が最大冠雪量を超える場合、下の層への滴下が生じるものとする。

4. 融雪モデル

4.1 融雪について

林内への日射量の減少によって林内の融雪量は支配されている。そこで、日射量の減少を考慮した熱収支解析により樹冠層と積雪面における融雪量を求める。

4.2 積雪面における熱収支

以下に積雪表層における熱収支の式(2)を示す。

$$Q = Rn + H + LE \quad (2)$$

ここで、 Q は融雪熱量、 Rn は純放射量、 H は顕熱交換量、 LE は潜熱交換量である。各要素の正負は、熱量が積雪表層に向かう場合が正である。潜熱交換量、顕熱交換量はバルク法により推定した。

4.3 日射量・長波の樹冠の影響

森林内の高さ z に伝達される日射量 $I(z)$ は式(3)で表すことができる。

$$I(z) = I_0 \exp[-F \int_0^z a(z) dz] \quad (3)$$

ここで、 F は葉の等方性をあらわす係数(=0.5)、 $I(z)$ は高さ z での日射量、 I_0 は日射量の観測値、 h は樹高、 $a(z)$ は葉面積密度である。

また、長波についても同様に式(4)により樹冠の影響を考慮した。

$$La(z) = La \exp[-1.66 \int_0^z a(z) dz] \quad (4)$$

ここで、 La は樹冠上面での長波、 $La(z)$ は高さ z での長波である。

5. 計算結果

降雪モデル、融雪モデルにより計算された冠雪量、遮断

率、融雪量そして積雪量の日変化を図-1に示す。また、計算に用いた気温、降雪量の気象条件、近藤ら³⁾と同様に気温と降雪量から推定されたアルベドも合わせて示す。

遮断率は冠雪量と相互に関係し、始めは大きな遮断率で始まるが、冠雪量が大きくなると遮断率は小さくなり、逆に冠雪量が減少すると遮断率は再び大きくなっていく。

融雪量は草地において最も多く、LAIが大きくなるにつれて融雪量は小さくなる。これは、4.3で述べたように長波放射、日射が樹冠層で遮断されるためである。また、風速は粗度の違いにより草地のほうが森林内に比べ大きくなるため、気温が高くなり、潜熱・顕熱交換量の占める割合が大きくなると、森林内外の融雪量の差も大きくなると考えられる。

トータルの積雪量は、最大積雪量を記録するのがLAI2.0の場合であり、順にLAI5.0、LAI0.3、草地となった。これは、LAIが大きいと森林に入ってくる雪の量が遮断の影響で減る一方で、林床に届く日射量が減少し融雪量も小さくなるため、トータルとしてはLAI2.0の場合が最も多く積雪することとなった。また、消雪が最も早いのは草地であり、LAI0.3、2.0、5.0の順となった。

ただし、気温と降雪量に標高依存性を考慮して同様の解析をおこなったところ標高差500mではLAI0.3、標高差1000mでは草地において最大積雪量を記録した。また、消雪の早さは標高にはよらなかった。

6. まとめ

- ・ 樹冠層による降雪遮断の影響、日射量・長波放射の樹冠層での遮断の影響を考慮し、解析を行った。
- ・ 最大積雪量はLAIが2.0においてであった。
- ・ 最後まで雪が残るのはLAI5.0においてであった。

謝辞：本研究を進めるにあたり、(独)森林総合研究所と国立環境研究所の援助をうけた。ここに記して謝意を表します。

《参考文献》

- 1) 塚本良則：森林水文学，p195，文永堂出版，1992
- 2) 大久保玲子・山崎剛：降雪遮断の水文気象学的な影響，水文水資源学会誌，vol.13，pp362-370，2000
- 3) 近藤純正：水環境の気象学，朝倉書店，第6刷，2000。

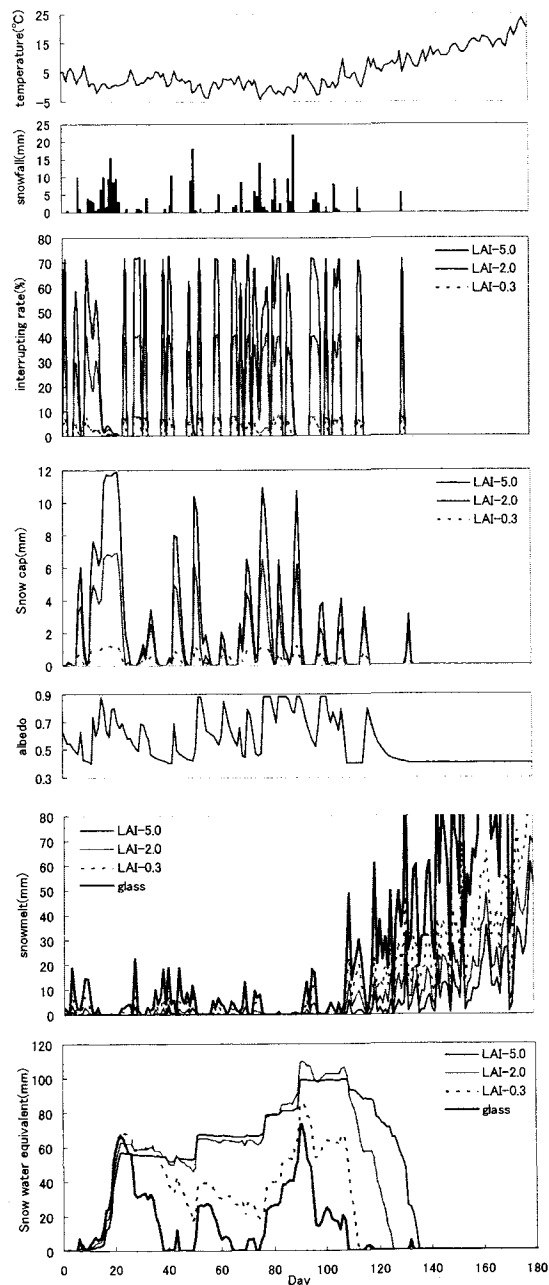


図-1 モデルによる計算結果と気象条件
(上から気温、降雪量、冠雪量、遮断率、アルベド、融雪量、積雪量)