

多層一次元数値モデルに基づく北陸地域における積雪融雪分布の把握に関する研究

長岡技術科学大学 学生会員 ○田之脇 潤
森林総合研究所・十日町試験地 非会員 山野井 克巳
防災科学技術研究所・長岡雪氷防災研究所 非会員 山田 穰
長岡技術科学大学 正会員 熊倉 俊郎

1. はじめに

雪を有効な水資源として利用するために、積雪水量の水平分布を正しく把握することが重要であるが、積雪水量の広域の観測データを得ることは困難である。そこで、多層積雪融雪モデルの検定を行い、積雪の詳細な観測を行っている十日町の観測点での比較実験を行ったところ、良好な結果を得た(土木学会関東支部新潟会, 2002)。そこで、今回は比較的広域に分布する AMeDAS 観測点で検証実験を行った。

2. 使用データ

森林総合研究所・十日町試験地、防災科学技術研究所・長岡雪氷防災研究所の 2000 - 2001 冬期のデータと、北陸地方の積雪観測を行っている AMeDAS 観測点(1997-1998 冬季)のデータを使用した。各観測所の風速・気温・降水量から、降雪深と新雪密度を求めモデルに入力し積雪深を出力した。そして、出力結果を観測値と比較した。

3. モデル

3.1 降雪

降雪か降雨かの判定(降雪降雨判定)は、そのときの気温が 2 以下であるときを降雪、2 以上である時を降雨とした。そして、新雪密度 ρ_0 [kg/m³] を求めるのに、梶川(1989)¹⁾ の式(1)を使用した。

$$\rho_0 = 3.6U_m - 0.2T_m + 62 \quad (1)$$

ここで、 U_m [m/s] : 降雪時の風速、 T_m [] : 降雪時の気温である。

降雪深 h_0 は、降雪時の降水量 P が、降雪時に増加した積雪層の積雪水量 $A\rho_0 h_0$ に等しいと考え、式(2)より求めた。

$$h_0 = P / CR / \rho_0 \quad (2)$$

ここで、CR : 捕捉率、 ρ_0 : 新雪密度である。

3.2 積雪の粘性圧縮

小島(1957)²⁾ は、積雪層の各層の密度の増加や厚さの減少の時間変化と積雪の粘性圧縮を対応させて圧密の挙動を明らかにした。

積雪の粘性圧縮は、「鉛直圧方向の応力 P が歪みの増加速度 ds/dt に比例する」という式(3)で表される。

$$\frac{ds}{dt} = -\frac{dh}{hdt} = \frac{P}{\eta} \quad (3)$$

ここで、 h が積雪層の厚さ、 η が圧縮粘性係数である。圧縮粘性係数 η [MPa・s] を求めるのに、密度 ρ の関数として篠島(1967)³⁾ が、新潟県塩沢での観測結果から求めた関係式(4)を使用した。

$$\eta = \eta_0 \exp(0.0253\rho - 0.0958\theta) \quad (4)$$

ここで、 ρ [kg/m³] : 密度、 θ [] : 雪温、 $\eta_0 = 3.44$ [MPa] (圧縮時)である。

積雪層は乾いた積雪であると仮定した。

3.3 融雪

degree day 法を時間単位で適用し、以下 degree hour 法と称する。

$$M = \begin{cases} 0 & (T < 0) \\ f \times T & (T \geq 0) \end{cases} \quad (5)$$

ここで、 f [mm/ /hr] : degree hour factor、 T [] : 気温である。そして、積雪期間内に全降雪量がすべて融雪するものと考え、 f を求めた。

モデルでの融雪の取り扱い、degree hour 法により求めた毎時の融雪量を、積雪各層の $h_i(t)$ と $\rho_i(t)$ から求めた水量から、表面の層からその時間の融雪量がなくなるまで多層にわたって引いていくことにより表現した。

・キーワード 水資源、積雪、融雪、多層圧密数値モデル、融雪モデル

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡 1603-1 長岡技術科学大学 TEL 0258-47-9664

E-mail : tanowaki@hydro.nagaokaut.ac.jp

3.4 . 雨量計の捕捉率

AMeDAS 観測点の雨量計の捕捉率 CR は、大野(1998)⁴⁾の式(5)を使用した。

$$CR = \frac{1}{1 + mU} \quad (6)$$

ここで、U：風速[m/s]、m：雨量計の種類による係数である。今回の対象地域では、雨量計は RT-3 型(温水式)なので、m=0.24 である。

4 . 計算結果

AMeDAS 観測点の津南での数値実験の結果を図 1 に示す。degree hour factor $f=0.110[\text{mm}/\text{hr}]$ となった。

図 1 の津南の結果を見ると、積雪深がピークになるときに、積雪深の観測値と計算値が大きくずれることが分かる。原因として、新雪の降雪深に影響を与える新雪密度と降雪降雨判定、積雪深の減少に影響を与える融雪などが考えられる。

そこで、新雪密度に注目して、線 a - a'での観測値から新雪密度を求めたところ、新雪密度は $43[\text{kg}/\text{m}^3]$ であった。それに対し、式(1)より求めた新雪密度は、 $73[\text{kg}/\text{m}^3]$ であった。このことから、新雪密度を求める式(1)は、津南には、適用できないことが分かった。

5.まとめ

今回、AMeDAS 観測点で検証実験を行った結果、新雪密度を改善する必要があることが分かった。同様に降雪降雨判定・融雪についても問題がある可能性がある。今後、以上の点を改善していく。

参考文献

- 1) 堀川正弘, “新雪の密度と降雪粒子の結晶形との関係”, 雪氷, 51 巻, 3 号, 178-183, 1989 .
- 2) 小島賢治, “積雪層の粘性圧縮”, 低温科学, 物理編, 16, 167-196, 1957 .
- 3) 前野紀一, 黒田登志雄, “雪氷の構造と物性”, 基礎雪氷学講座第 1 巻, 前野紀一, 福田正巳(編), 古今書院, 168-169, 1986 .
- 4) 大野宏之, 横山宏太郎, 小南靖弘, 井上聡, 高見晋一, Thomas Wiesinger, “北陸地方における降水量計の固体降水捕捉率”, 雪氷, 60 巻, 3 号, 225-231, 1998 .

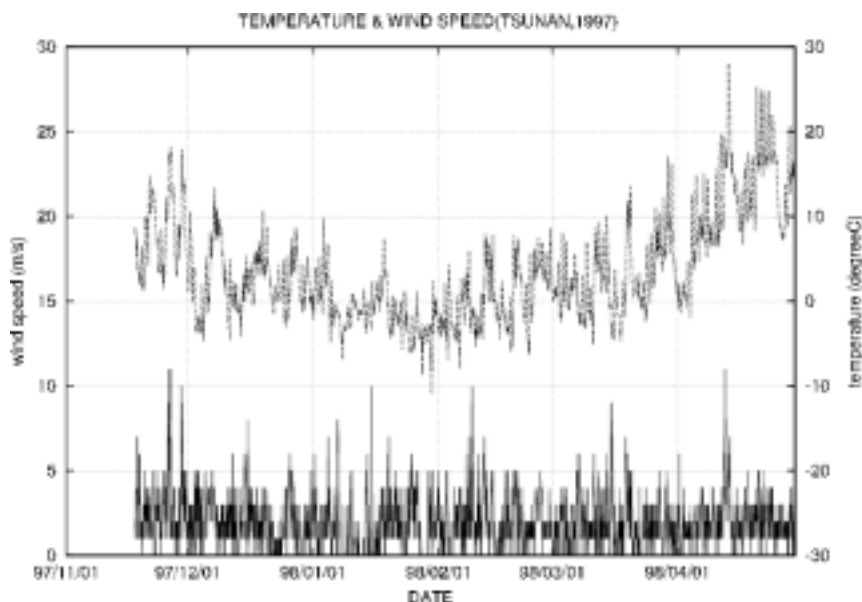


図 1-(a) 津南(AMeDAS 観測点,1997-1998)の気象観測データ。気温(破線)と風速(実線)の観測値。

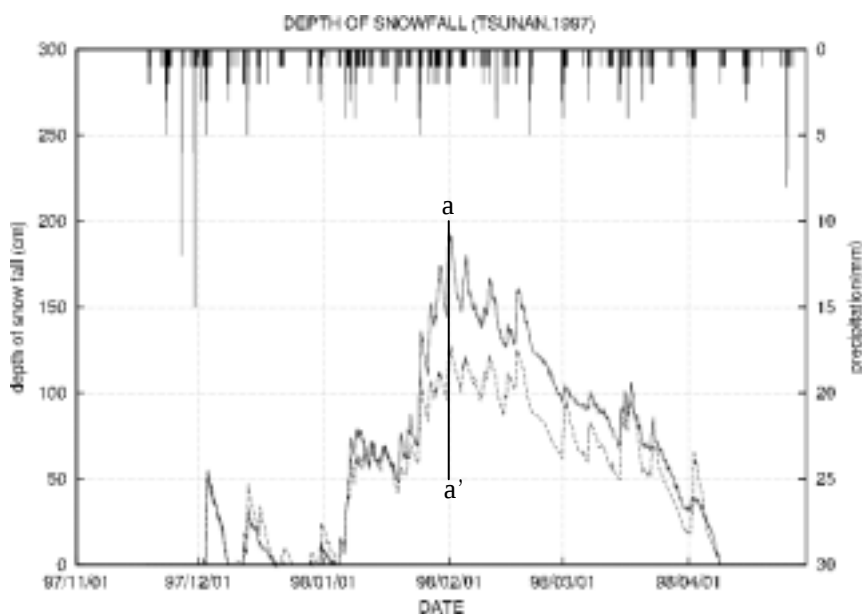


図 1-(b) 津南(AMeDAS 観測点,1997-1998)の気象観測データを使用し、数値実験を行った結果。降水量・積雪深の観測値(実線)と積雪深の計算値(破線)を比較した。