

II-125

熱収支法による融雪に影響する気象要素の評価について

宇都宮大学 正員 ○糸川 高徳
建設省東北地建 千葉 光
宇都宮大学 正員 長谷部正彦

1. はじめに

春季における融雪は積雪表層付近で起こる表面融雪が大部分であり、融雪洪水の予測、灌漑・工業用水等の水資源上の観点から融雪水の算定は重要となっている。表面融雪は、気象要素により積雪表面に与えられる熱エネルギーの出入りにより算定することが出来る。

本研究では、融雪量の算定に熱収支法を用い、室内実験とフィールドでの融雪現象を比較することにより、融雪に影響する気象要素について検討することを目的とする。

2. 解析に用いた資料及び解析方法

室内実験は平成2年及び4年に行われたもので、実雪の代わりに模擬雪が用いられ、風速・日射・温度が一定の条件に制御されて行われた。また、フィールドでの資料は、奥只見地域で1986年から1990年の5年間に観測された気象データである。

熱収支式は次式で表される。

$$Q_M = (1 - \alpha) I + \Delta R + Q_A + Q_E + Q_R \cdots \cdots (1)$$

ここで、 I ：水平日射量、 α ：アルベド、 ΔR ：長波収支量、 Q_A ：顕熱伝達量、 Q_E ：潜熱伝達量、 Q_R ：降雨による伝達熱量、 Q_M ：融雪熱量である。

実験では熱収支式で、 ΔR と Q_R の項を省略すると次式となる。

$$Q_M = (1 - \alpha) I + Q_A + Q_E \cdots \cdots (2)$$

実験での熱収支式の各項は、 Q_A 以外は直接測定から求め、 Q_A は(2)式により算定した。フィールドでの熱収支の各項目は直接測定されていないので、観測されている気象データから、以下の手順で求めた。

2.1 水平日射量

融雪最盛期において、融雪エネルギーに占める割合が最も高いのは一般に放射収支量といわれている。本研究では、水平面日射量の算定には、近藤の式を用いた。

$$I/I_0 = 0.22 + 0.55(t - n) \cdots \cdots (3)$$

ここで、 I_0 ：大気上端での水平日射量、 t ：雲の厚さを表すパラメータで下層雲が多い日は1、上層雲が多い日には1.6、降雨の日には0.8で、雲の種類が不明の時には1.2である、 n ($0 < n < 1$)：雲量。本研究では雲量に関するデータがないために、不照率を用いた。不照率は、(可照時間－日照時間)/可照時間で求められる。図1に宇都宮の日射量を雲量を用いて求めたグラフを、図2に不照率を用いて求めたグラフを示す。図1、図2より不照率を用いた方が精度がよいことが示される。

2.2 長波放射量の算定

長波放射収支の算定には次式を用いた。

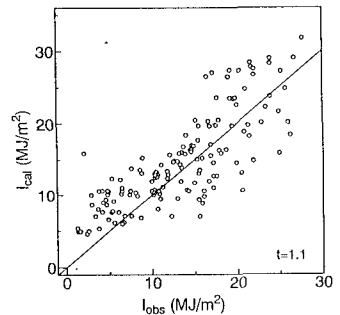


図1 雲量を用いた日射量の比較

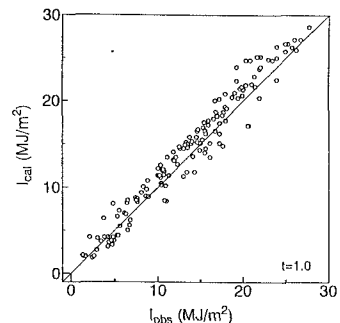


図2 不照率を用いた日射量の比較

$$\Delta R = \{ \sigma T_o^4 - \sigma T^4 (0.51 + 0.66e) \} (1 - nk) \cdots (4)$$

ここで、 σ ：ステファン・ボルツマン定数、 $0.813 \times 10^{-10} \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{K}^{-4}$ 、 T_o ：雪面温度（°K）、 T ：気温、 e ：水蒸気圧（mb）、 n ：雲量、 k ：雲の種類である。

2.3 顕熱量・潜熱量の算定

顕熱伝達量・潜熱伝達量はバルク法により求めた。顕熱・潜熱のバルク係数は近藤の提案している0.02, 0.0021を用いた。

2.4 融雪熱量の算定

融雪量は一日の雪面低下量に平均密度を乗じ、それを1日の融雪量とし、それに融雪熱量 79.7 cal/g を乗じて算定した。なお、融雪は日射のある昼間に起こるので融雪熱量及び他の各項は昼間（6時から18時）の12時間量とした。

3. 室内実験での熱収支の検討

図3に平成2年におこなった実験の計算結果を示す。図より明らかなように、実験では顕熱伝達量が卓越しており、この効果が大きいことが示されている。潜熱伝達量はほとんど場合で正の値であり、これは空気中の水蒸気が雪面で凝結していることを示している。また、バルク係数は顕熱で0.0339、潜熱で0.0049であり、近藤らの値よりもかなり大きい。これは実験室で送風が一方一様連続のためであると推定される。日射については、入力値が小さいことも一因と思われるが、それよりも風速による伝達の方がはるかに卓越しているためであろう。

4. 奥只見での熱収支の検討

昭和62年の融雪熱量の計算値と実測値とを図4に示す。図より、計算値と理論値との適合性はよいと言える。しかし、熱収支各項目についての観測値がないためにその検討は出来なかった。図5に同じ時期の融雪最盛期におけるある1週間の熱収支の結果を示す。図から、放射収支量が融雪熱量の大部分を占めていることがわかる。図6に同じ期間の気温と風速についてのグラフを示す。図6と図5とを比較して、気温が高く風速が強い日には顕熱伝達量も潜熱伝達量も多いことがわかる。

5. 結論

- (1) 水平日射量の算定において、近藤の式で雲量を表すパラメータを不照率に置き換えたところ、良好な結果が得られた。
- (2) 融雪に関与している気象要素の影響は熱収支法によりフィールドでは放射収支が大きく、実験では顕熱伝達であった。

参考文献

- (1) 近藤純正：身近な気象の科学，東京大学出版会，1987
- (2) 小島賢治：融雪機構と熱収支，気象研究ノート第136号，1979
- (3) 小池俊雄等：融雪期の熱収支に関する比較研究，水工学論文集第35巻，1991
- (4) 宇治橋康之：水水量の変動パターン解析とその水資源計画管理への応用に関する研究，1990

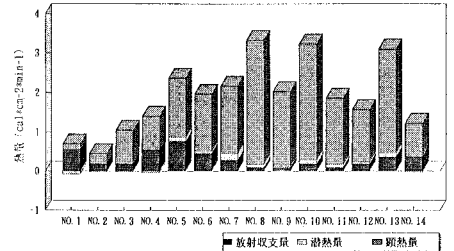


図3 熱収支各項目の熱量（実験）

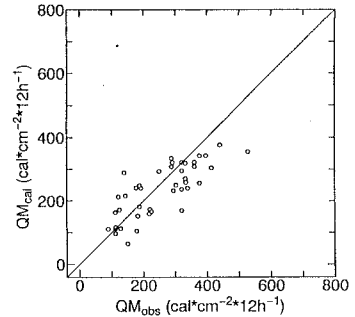


図4 融雪熱量の実測値と計算値の比較

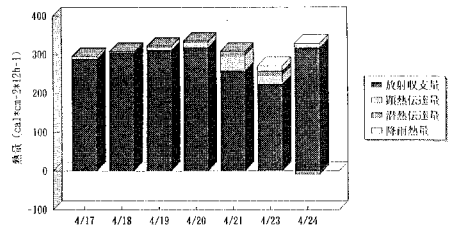


図5 熱収支各項目の熱量（奥只見）

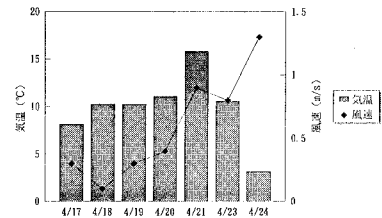


図6 気温・風速の日変化図