

(II-10) 雪面上の風速場を用いた融雪量の算定について

宇都宮大学工学部 学生員 北野 嘉一

宇都宮大学工学部 正会員 長谷部正彦

宇都宮工業高校 正会員 桑川 高徳

1. はじめに

近年、融雪量の算定に関して、水資源の観点及びダム等の管理面から、より正確性が求められている。融雪量の算定には、これまで気温日数法や熱収支法が用いられてきた。気温日数法では、融雪一流出の関係を気温を代表指標として融雪量を算定する経験的な手法であり、解析に用いる変数は気温のみと簡便である。しかしながら、融雪に影響している要因には、気温ばかりでなく日射や風速があり、こうした要素を取り組み融雪量を算定する手法が熱収支法である。熱収支法では、気象要素をパラメータとして用いるために、融雪のプロセスを物理的に表すことができるが、用いるパラメータが多く、気象要素の観測に労が多い。

これまで、著者らは融雪量の算定に、ある程度の簡便性を考慮して熱フラックス法を用いて実流域に適用してきた⁽¹⁾。また、融雪量への地形や植生の影響についても流域植生情報等を用いた検討を行ってきた。⁽²⁾

本研究では、こうした検討を踏まえ、融雪に与える影響に関して、特に風速場をモデルシミュレーションにより求め、熱収支法を用いて融雪量の算定を試みるものである。

2. 解析方法

熱収支式を式(1)に示す。熱収支法では、融雪に関し、大気部からの融雪エネルギーは、日射、顕熱、潜熱成分に分類でき、顕熱及び潜熱は風速、気温の関数として表わすことができる。⁽²⁾

$$Q_M = Q_A + Q_S + Q_L \cdots (1)$$

ここで、 Q_M : 融雪熱量、 Q_A : 日射による熱量、 Q_S : 顕熱、 Q_L : 潜熱で、各項は以下である。

$$Q_A = I(1 - \alpha) + \Delta R, Q_S = C_h u C_P \rho (T - T_0), Q_L = L C_e u (e - e_0),$$

ここに、 ΔR : 長波放射収分量、 α : 雪面のアルベド、 I : 日射量、 C_h : 顕熱伝達のバルク係数、 u : 風速、 C_P : 空気の定圧比熱、 ρ : 大気密度、 T : 大気気温、 T_0 : 雪面の温度、 L : 水の気化熱、 C_e : 潜熱伝達のバルク係数、 e : 水蒸気量、 e_0 : 雪面での水蒸気量。顕熱、潜熱のバルク係数は近藤ら⁽³⁾の0.002を用いた。

次に、風速場の計算には基本的に神田ら⁽⁴⁾のNEO-SPAM2を風速場を算定するために用いた。まず、N-S方程式を乱流項に関して、Closureモデル(レベル2.5)を用い、差分法により解析し、風速場と温度場を算定する。次に、その結果を用いて熱収支法により、融雪熱量を計算し、融雪量に変換して流出量を算定した。今回の解析では2次元座標系として計算した。また、今回の解析では、実流域の解析のシミュレーションを行うための基礎的研究として、これまでに行った実験結果⁽⁵⁾と比較検討することとした。

3. 計算結果及び考察

図1に入力風速が2m/s、温度が10℃の場合($t=20$ 分)の風速場と温度場を示す。また、融雪量との比較を図2に示す。さらに、図3に風速が3m/sで、温度が20℃の場合についての結果を示す。実験融雪量は10分毎に観測された融雪量であり、計算融雪量は熱量から融雪量を算定したものである。

図1に関して、風速場については上方端では入力風速で流れ、底面に関しては風速場の変化が見られる。このことは、風速が時間と共に変化していることを示している。図2、3の実際の融雪量との比較では、入力温度が10℃及び20℃においても計算融雪量は実験融雪量と時間ステップの再現がなされている。ただし、

経過時の後半に関しては、実験残雪量が少ないために計算値と差がでてきているものと推定される。

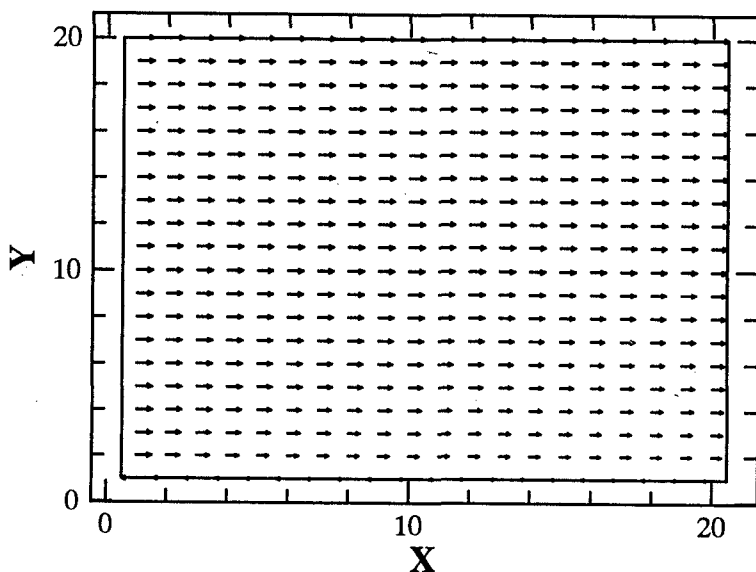


図1 風速場 ($u=2\text{m/s}$, $t=10^\circ\text{C}$)

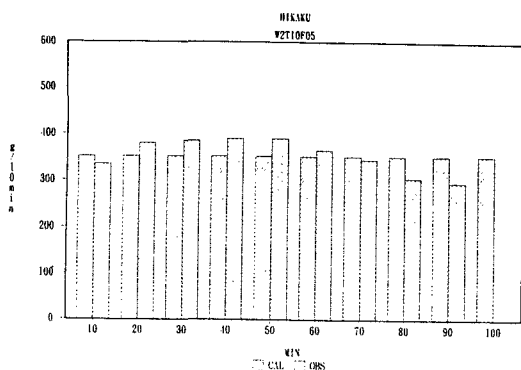


図2 実験値と計算値との比較 ($u=2\text{m/s}$, $t=10^\circ\text{C}$)

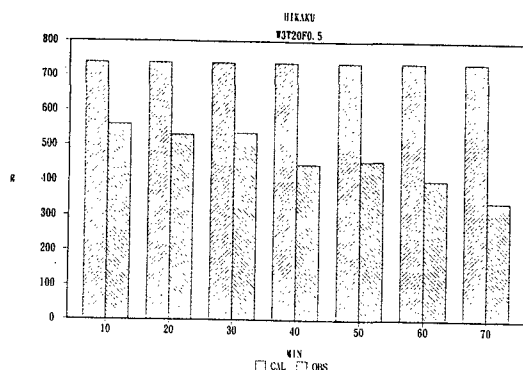


図3 実験値と計算値との比較 ($u=3\text{m/s}$, $t=20^\circ\text{C}$)

4. 結論

風速場を用いた計算結果と実験より得られた融雪量との比較から、その再現性が良好であることが示された。したがって、モデルシミュレーションを用いて、融雪量を計算することが可能であることが示された。しかし、実流域での適用に関して融雪流出には様々な要因が関与しているために、今後このような適用を図るためには、さらに検討を行う必要がある。

参考文献

- (1) 長谷部正彦、桑川高德；スペクトル解析による融雪期の流出解析、水工学論文集、第36巻、pp605-610、1992
- (2) 桑川高德他；融雪期における山地植生分布と熱収支、第51回年講（土木学会）、第2部、pp816-817、1996
- (3) 近藤純正編；水環境の気象学、pp240-257、朝倉書店、1994
- (4) 神田学；森林環境シミュレータの開発、第1回環境流体シンポジウム講演論文集、pp421-422、1996
- (5) 長谷部正彦他；2層（砂、雪）の融雪実験での気象要素が融雪流出過程に与える役割、水工論文集 第38巻、pp89-94、1994