

宇都宮大学工学部 学生員 栗山 徹也

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 高德

1. はじめに

融雪は、北国の社会にとってさまざまな作用をもたらす。急激な雪解けは融雪洪水を引き起こし、融雪延期は農作物などに影響がある。一方山地に蓄えられた積雪は、春から夏にかけて長期間にわたり安定した水を社会に供給します。冬期間流域内に積雪として貯留される水は重要な水資源である一方で融雪洪水や地すべりなどの誘因となる。また、積雪期の降水から流出への変換率は、降水→積雪→融雪→流出となり無積雪期とは異なったものとなる。融雪を人工的にコントロールできるようになると、さらに資源としての積雪の利用が可能になると考えられる。

本研究では、地表面と大気の状態を見るために LES モデルによって風速場を求め、熱収支法を解いて融雪量の算定を試みるものである。対象流域は岩手県湯田ダム上流域域（流域面積：583km²）で観測された3月から4月までの気象データ（日射量、風速、気温、湿度など）を用いた。

2. 解析方法

融雪量を算定する基礎式は以下に示す。風速場を求める式は、

$$\frac{Du_i}{Dt} = F_i - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{1}{3} \frac{\mu}{\rho} \frac{\partial}{\partial x_i} (u_i u_i) + \frac{\mu}{\rho} \left(\frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j \partial x_j} \right)$$

ここで、 $u_i(x, t)$ は方向の速度成分、 p は圧力、 ρ は(一定)密度、 μ は粘性係数、 F_i は流体の単位質量当りに働く外力 (i 方向成分)、 $\theta = \partial u_i / \partial x_i = \text{div} v$ とする。

また、拡散係数は最もシンプルなものとして以下のように示す。

$$K_x = \lambda^2 \left[\frac{\partial u}{\partial z} \right]$$

熱、水蒸気、についての移流拡散型の方程式は

$$\frac{DT}{Dt} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K_{Tx} \frac{\partial T}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[K_{Tz} \frac{\partial T}{\partial z} \right] \quad \frac{DH}{Dt} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K_{Hx} \frac{\partial H}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[K_{Hz} \frac{\partial H}{\partial z} \right]$$

である。ここで、 T : 気流温度、 H : 気流の比湿、 K_{Tx} ・ K_{Tz} : 熱拡散係数、 K_{Hx} ・ K_{Hz} : 水蒸気拡散係数。

また、水蒸気・熱の拡散係数は運動量拡散係数と等しいとした。

モデルシミュレーションをするにあたり初期条件を以下のように設定した。

①晴天の日、日射量：600w/m² ②無風状態 ③温度：13℃ ④湿度：0.4

⑤アルベド：0.15（土壌と等しい） ⑥地衡風：5m/s ⑦地表面の温度：0℃

ここで、これらの値は実際に湯田ダム上流域で観測された値である。

キーワード：風速場、LESモデル、熱収支式

連絡先 〒321-8585 宇都宮市陽東7-1-2

TEL.028-689-6214 FAX.028-662-6367

3. 計算結果及び考察

図1に高度別植生分布を示す。また、シュミレーションを行ったときの風速場を図2に示す。さらに、図3に流域面積を考慮した融雪高を、図4に実流域における一日の融雪高と比較した場合についての結果を示す。

図1に関しては、湯田ダム上流域における植生分布を表している。図2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3の比較では森林による影響が大きいことが分かる。図4の実際の流出量との比較では中間地と比べると一致しているとは言えない。これに関しては、初期設定の段階で差がでてきているものと推定される。

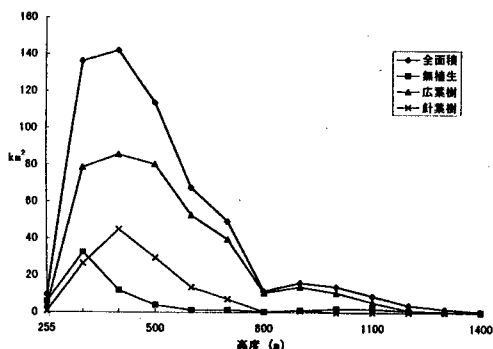


図1 高度別植生分布

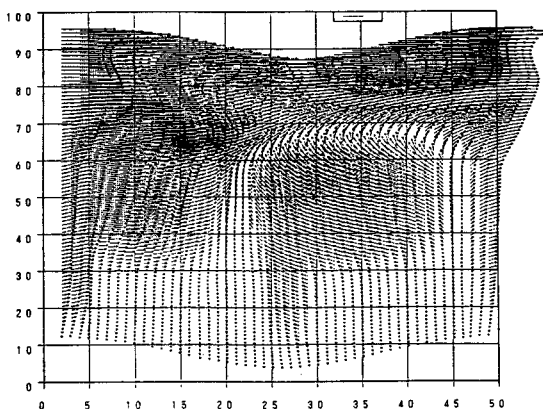


図2 風速図(中間地、経過時間1時間)

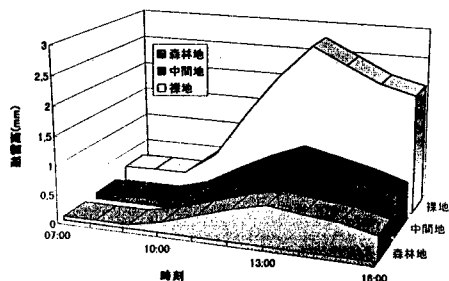


図3 流域面積を考慮した融雪高

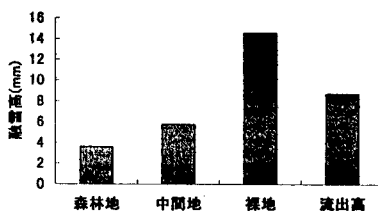


図4 流出高と融雪高の比較

4. 結論

今回の研究では2次元で融雪量を検討したわけであるが、気象条件として1パターンしか行っていないため、今回の計算結果は多少の差はあるが、その再現性が良好であると考えられる。気象条件をより細かく設定してパターン数を増やすことにより精度もよくなるものと思われる。具体的には、モデルの精度向上させるために、森林率の取り込み方法の検討や融雪期間の連続解析をするための気象条件などの検討の森林内での融雪観測などが必要であろう。

【参考文献】

- (1) 糸川高徳他；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
- (2) 近藤純正偏；水環境の気象学、pp240-257、朝倉書店、1994
- (3) 神田学；森林環境シュミレーションの開発、第1回環境流体シンポジウム講演論文集、pp421-257、1996