

長岡技術科学大学大学院 石平 博
 長岡技術科学大学 小池俊雄
 長岡技術科学大学 陸 旻皎
 長岡技術科学大学 早川典生

1. はじめに

地球上に広大な面積にわたり存在する積雪から発生する融雪水は、土壌水分の季節的・年々変動への寄与や河川水としての海への流出を通じ、グローバルな気候システムへ強く影響を及ぼしている。したがって、地球規模での水・エネルギー循環過程解明のためには、この融雪現象をより正確に表現するモデルを開発し、これを気候モデルの中へ組み込むことが必要である。しかしながら、大気大循環モデル(GCM)においては、そのモデルグリッド内に非常に広いレンジで積雪、地形、気象要素が分布しており、これら融雪現象を支配する要素のグリッド内での多様性・不均一性および融雪現象の非線形性ゆえに、グリッドスケールでの融雪量を定量的に算定することは、現段階においては非常に困難である。

本研究は、数百～千 km^2 スケールの流域においてその有効性が確認されている分布型融雪モデルをベースに、GCMグリッドのような広域・不均一な領域への適用が可能なマクロスケール融雪モデルの開発のための基礎的な検討を行うことを目的とする。特に今回は、領域内における積雪面積(SCA)の分布に着目し、その分布特性の把握・モデル化とその不均一性を考慮した融雪モデルの開発を行う。

2. 解析対象領域及び使用データ

今回、解析対象としたのは信濃川支川の魚野川流域(流域面積 355 km^2)と利根川上流域の奥利根

流域(流域面積 1700 km^2)であり、使用データはTable 1に示す通りである。また、マクロモデル開発のベースとして、衛星画像から得られる積雪面積情報と雪面熱収支から計算される融雪熱量から融雪量を算定する小池らの手法 [1] を用いた。

3. 積雪面積分布のパラメタリゼーション

マクロスケールモデリングにおいては、モデルが直接取り扱うことのできるスケール(グリッドスケール)よりも細かいスケール(サブグリッドスケール)での現象をモデルに組み込むために、サブグリッドの現象がグリッドでの現象に及ぼす影響をモデルが直接取り扱うことのできる量で表現する必要がある。これをグリッドで表現されるパラメータを用いた数式の形で表すという意味で「パラメタリゼーション」と呼ぶ。ここではマクロ融雪モデル開発のための第一段階として、サブグリッドスケールでの積雪面積分布特性の把握およびそれに基づいた積雪面積分布のパラメタリゼーションについての検討を行う。今回は、流域全体の地形・積雪面積分布のデータに加え、対象流域内から 5 km 、 10 km 、 15 km 四方のテスト領域(各数十区画)を抽出することにより様々な分布パターンを持つ地形・積雪面積分布のデータセットを作成し、これを用いて積雪面積分布特性の把握・モデル化について検討を行った。

Fig. 1(上)は標高帯別積雪面積分布(=各標高帯に全積雪面積の何%が存在しているのか)を模式的に表した図である。検討の結果、この分布形は雪線相当標高 X_{SL} (=その標高より高い領域の標高帯の面積が全積雪面積と釣り合うような標高)近辺を頂点とする三角形分布でほぼ近似できることが確認された。また、分布形状は領域平均積雪面積率 $\overline{f}_c$ (=全積雪面積/領域全面積)の減少とともに変化し、その変化特性は X_{SL} より高い標高帯に存在する積雪面積の全積雪面積に対する割合 P_{SL} お

Table 1: 地形・積雪面積データ

流域	年度	地形情報	積雪面積情報 (使用センサ)
魚野川	93	100m mesh DEM	分解能 100m (Landat/TM*)
奥利根	91 ? 94	約250m mesh DEM (国土数値 情報 1/4mesh)	分解能 1.1km (NOAA/ AVHRR*)

※: 3～5月の晴天日のシーンを使用。

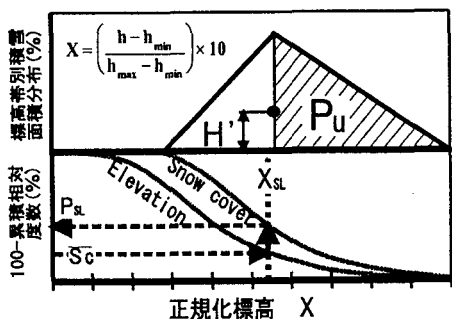


Fig. 1: 標高帯別積雪面積分布のモデル化

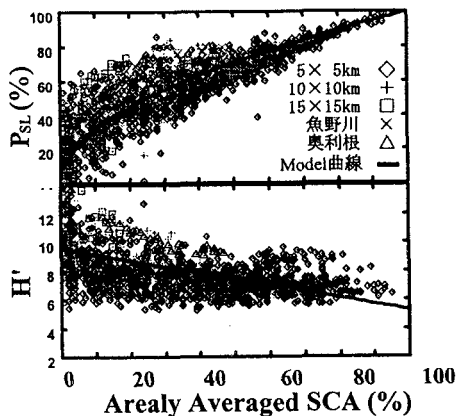


Fig. 2: $\overline{S_c} - P_{SL}$ (上), $\overline{S_c} - H'$ (下)

よび分布の重心高さ H' と $\overline{S_c}$ の関係 (Fig. 2) により記述できることも明らかとなった。

以上の検討に基づき、簡単な関数を用いて $\overline{S_c} - P_{SL}$, $\overline{S_c} - H'$ 関係をモデル化し (Fig. 2 中の実線)、さらに $P_{SL} \approx P_u$ (=三角形のピークより高い標高帯に存在する積雪面積の割合) を仮定することによりグリッドスケールのパラメータ $\overline{S_c}$ からサブグリッドスケールでの標高帯別積雪面積分配を推定することが可能となった。

4. マクロ融雪モデルの開発

最後に、前節で述べたパラメタリゼーション手法を組み込んだ融雪モデルを構築し、これを用いて流域融雪量の算定を行う。Fig. 3にモデルの計算フローを示す。まず前節で述べた手法により $\overline{S_c}$ から標高帯別積雪面積分布 (10 クラスに分割) を決定し、次に各標高帯における融雪熱量を計算する。この両者を用いて各標高帯の融雪量を算定し、最終的に各標高帯の融雪量を合計することにより流域総融雪量が求められる。

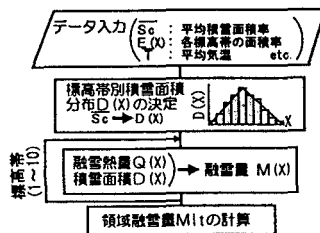


Fig. 3: 融雪量計算フロー

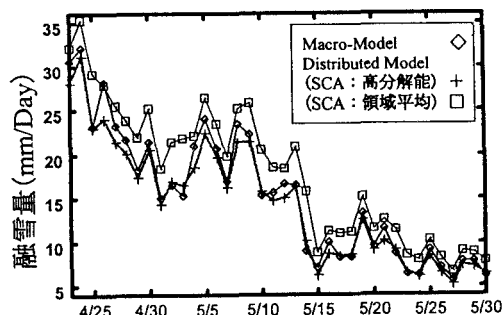


Fig. 4: 融雪量算定結果 (魚野川流域 [mm/Day])

このモデルを用いた融雪量算定結果を Fig. 4 に示す。この図に示すように、今回開発したモデルは積雪面積情報に関しては領域平均値しか用いていないにもかかわらず、高分解能の積雪面積情報を用いた分布型融雪モデルに近い融雪量算定能力を持つことが確認された。

5. まとめ

今回、得られた主な成果は以下の通りである。

- 1) 領域平均積雪面積率を用いて、サブグリッドスケールでの積雪面積分布を表現するパラメタリゼーションが提案された。
- 2) サブグリッドスケールの積雪面積分布を考慮したマクロスケール融雪モデルを構築した。
- 3) 開発したモデルを用いて融雪量計算を行い、モデルの有用性について検証した。

謝辞

本研究は、科学研究費総合 (A) 「水文学の時空間分布特性に基づくマクロ水文モデルの構築」 (主任研究者: 虫明功臣) の成果の一部である。関係各位に対して記して謝意を表する。

参考文献

- [1] 小池, 陸, 木村, 早川, 後藤, 石平: NOAA 情報と GIS を用いた融雪流出解析の総合化の試み. 水文水資源学会 1993 年研究発表会要旨集. pp.196 - 197. 1993
- [2] 石平, 小池, 陸, 早川: 融雪モデルのマクロ化に関する基礎的研究. 第 13 回土木学会新潟会研究調査発表会論文集. pp165 - 168. 1995