

融雪に起因した土砂災害防止に関する研究～亜高山帯における融雪量の推定手法の検討～

豊田哲朗(岩手大学)、井良沢道也(岩手大学)

太田岳史(名古屋大学)、松井健太郎(林野庁)

1. 背景と目的

わが国の土砂災害の多くは梅雨期や台風の豪雨によって発生することが多い。そのために、土砂災害に対する警戒・避難体制も連続降雨量、時間最大降雨量などの降雨量を最大の決定因子として構築されている。一方、1997年5月に発生した秋田県八幡平澄川温泉における土砂災害のように積雪地域においては融雪による土砂災害が毎年のように発生している。こうした融雪に起因する災害は多量の地下水を含有し、到達範囲が広いことなど大規模な災害に直結しやすい。

これまでの数十平方キロメートルといった流域のレベルでは、その融雪と河川流量との応答関係に対する研究は多くなされてきたが、土砂移動特性との対比を検討する上ではより範囲の小さい場所での融雪量の想定が不可欠である。しかしながら、空間的に大きな広がりを持つ標高の高い山地において、現地計測により積雪水量の分布を把握

2. 解析対象地域

本研究の解析対象地域は、岩手県八幡平赤川流域である(図1)。この地域は全体的に疎林地が多く積雪深は3メートル近くにおよぶ多雪地域である。本流域では、1998年12月から現在に至るまで、図1中のH1(1,440m)、H5(970m)、H8(450m)の3地点で気象要素の定常観測を行っている。流域最高地点である茶臼岳山頂(1,578m)から、流域末端の赤川堰堤までの標高差は約1,100m、解析対象地域の流域面積は16.7km<sup>2</sup>、赤川本川の河川長は約9.2kmである。

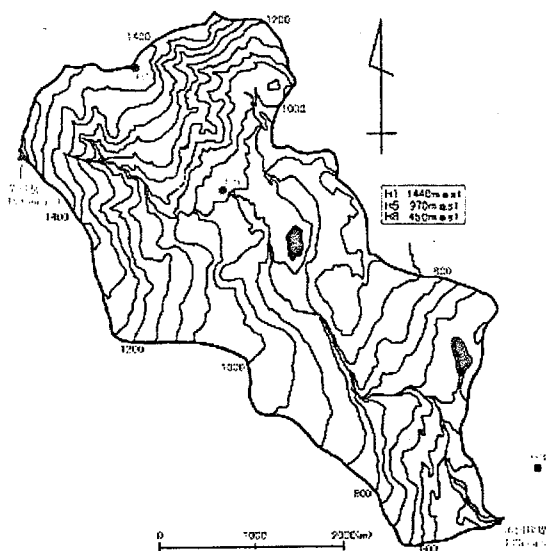


図1 八幡平赤川流域の概要

することは難しい。このため、積雪水量の現地観測を行うことなく積雪賦存量屋積雪域を把握する手法を考える必要がある。

標高の高い山地における積雪分布を把握する手法の一つに、分布型融雪モデル(Ohta(1994))の利用が挙げられる。本モデルは融雪特性を、積雪気象・融雪観測データから熱収支解析により明らかにするものである。しかし、このモデルに入力するデータは一般的に観測されておらず本モデルの適用範囲は限定される。そこで本研究ではアメダスなどの既存気象データを有機的に組み合わせることで分布型融雪モデルの実行に必要なデータを推定する方法(松井(2002))を用いて亜高山帯における融雪水量を推定する。本研究では既存気象データを用いて現地観測を行うことなく分布型融雪モデルを適用することで本モデルがどの程度の再現性を有するかについて検討した。

3. 解析方法

積雪水量の推定には初期積雪水量から気象データを熱収支式に入力して融雪熱量を求め、融雪量を差し引いたものである(図2)。本モデルに入力される気象データは、アメダス観測データ・気象官署における観測データ・高層気象観測データを利用し、各気象要素を空間補完することで推定した。この際、水平二次元方向の空間補完は気象要素の距離による重み付け法を用い、鉛直一次元方向の空間補完は高層気象観測データより求められる各気象要素の鉛直分布を考慮した。八幡平赤川流域において、気象要素の推定および融雪解析に用いる地形データは、国土地理院発行 数値地図50mメッシュ(標高)を用いた。この数値地図により、赤川流域は6,859のグリッドによって表現される。尚、各グリッドにおける融雪熱量はKondo and Yamazaki(1990)の手法を用いて計算した。

本手法において、積雪層全体に対する熱収支は次式により示される。

$$\frac{1}{2}c_s\rho_s[Z(T_0 - T_s) - Z_n(T_0 - T_m)] + W_0\rho_s l_f(Z - Z_n) + M_0\Delta t = G\Delta t$$

$W_0$ は積雪層における最大含水率、 $T_s$ は積雪表面の温度(°C)、 $T_0$ は0°Cの積雪表面温度。 $Z$ は凍結深、 $c_s$ は氷の比熱(J kg<sup>-1</sup>)、 $\rho_s$ は積雪の密度(kg m<sup>-3</sup>)、 $l_f$ は氷の融解熱、 $M_0$ は融雪熱量(J)、 $\Delta t$ は計算のきざみ時間である。

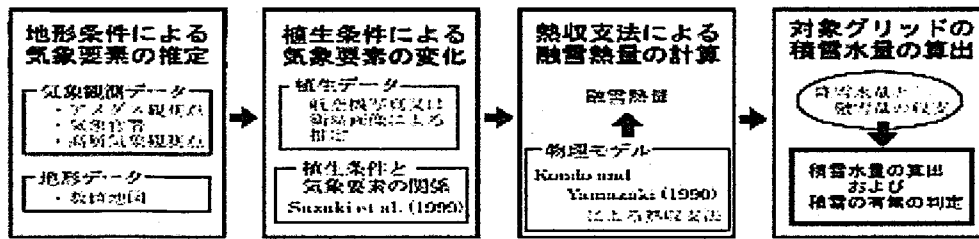


図2 本研究の解析手法

#### 4. 解析結果

八幡平赤川流域における解析期間は 2001 年 11 月～2002 年 6 月である、また Landsat7(2000 年 4 月 30 日撮影)のデータによる積雪分布域との比較も行った。図 3 は、流域内の標高 970m 地点(H5)における積雪水量の経時変化を示している。この図より、分布型融雪モデルの入力気象データとして、既存気象データセットによる推定値を用いた場合でも、積雪水量の再現性は良好であることがわかる。一方、ランドサット画像と対比した結果(図 4)、雪線の挙動を概ね良好に再現することが確認された。

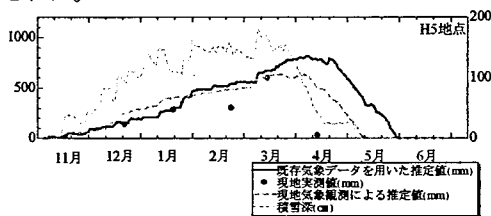


図3 気象データを用いた積雪水量の再現性の比較 (2001年11月～2002年6月)

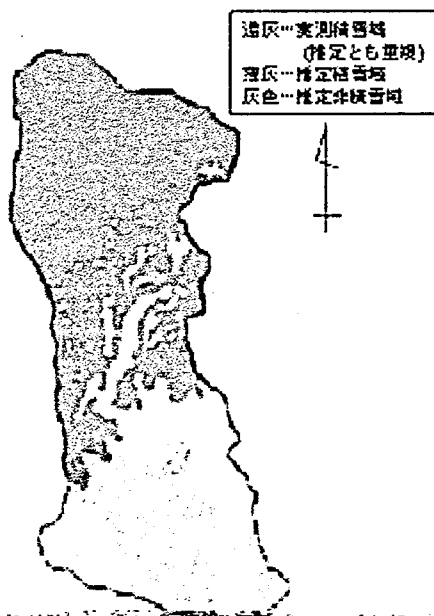


図4 積雪分布の実測値と既存気象データを用いた推定値との比較(2002年4月30日)

#### 5. 結論

既存気象データセットから推定された気象要素を分布型融雪モデルに適用した場合、積雪水量および積雪分布の再現性は概ね良好であった。現地気象観測を行うことなく、既存気象データを用いて標高の高い山地の融雪量を推定することが可能となったことは大きい。しかし、本研究で用いた分布型融雪モデルは風による積雪の再移動と傾斜地における積雪の重力移動を考慮していないために消雪・融雪時における積雪水量の推定値と実測値との間にずれがあった。今後、積雪水量の推定精度を向上させるために、入力すべき気象データ精度を向上させるため、現地のデータ比較をしていき補正をかけていく手法を見つけること、さらに熱収支式に加えて風や地形による積雪の再移動について注目していく必要がある。

また、融雪に起因する土砂災害の予知予測に向けて融雪量の的確な推定だけでなく融雪水がどのように浸透し斜面の安定強度を低下させ崩壊まで予測するモデルを構築し融雪起因する土砂災害警戒避難システムを検討する予定である。

#### 6. 引用文献

Ohta T(1994): A distributed snowmelt prediction Model in mountain areas based on an energy balance method. Ann. Glaciol. 19, 107-113

松井健太郎(2003): 既存気象データを利用した亜高山帯に対する分布型融雪モデルの適用 1～99pp

Kondo J and Yamazaki T(1990): A prediction model for snowmelt snow surface temperature and freezing depth using a heat balance method, J. Appl. Meteorol. 29, 375-384