

1. はじめに

冬季に山地流域に貯留された積雪は、雪解けに伴い農業用水などの貴重な水資源となるだけでなく、融雪地すべりなどの融雪に起因した土砂災害の誘因にもなりうる。また、急速に融雪が進行する春先は融雪洪水の危険もある。融雪出水のピーク流量は、夏季の豪雨による出水と比較して小さいものの、融雪出水は出水の期間が長期にわたることが特徴である。これまで、北海道母子里や岩手県八幡平における融雪に関する研究は、小島ら (1984) や太田 (1989) によって盛んに行われてきた。そこで、本研究では、観測した気象要素を用いての熱収支法や簡易熱収支法などによる融雪水量の推定、及び積雪表面で発生した融雪水が積雪層内を浸透し地表に到達するまでの時間の経時変化を調べることを通して、融雪に起因した土砂災害の防止に向けた基礎的知見を得ることを目的とする。

2. 対象地の概要と観測項目

奥羽山系東面に位置する岩手県八幡平赤川流域を対象とした。標高は八幡平の茶臼岳 1578.3m から八幡平柏台に位置する赤川堰堤 480m の間で分布しており、流域面積約 16.4km<sup>2</sup>、河川長約 9.2km である。

現地では標高の異なる 4 地点で、気象観測及び融雪水量観測を行っている。当研究では特に標高 970m に位置する H5 地点で観測された気象要素と融雪水量実測値を用いて解析を行った。解析に使用した観測項目は、気温、気圧、相対湿度、下向き日射量、純放射量、風速、積雪深、融雪水量、降水量の計 9 種である。

また、本研究では、AMeDAS 岩手松尾 (標高 275m) で降水量が観測された日のみ H5 地点でも降水があると仮定した。降雪臨界気温は、太田 (1989) が岩手県御明神演習林での観測により得た 1.75℃とした。

3. 融雪水量推定手法

解析期間は 2005 年 2 月 1 日から消雪日である 5 月 3 日までとした。解析に用いた融雪水量推定手法は①熱収支法、②小池法、③Degree-day 法、④簡易熱収支法の 4 種である。

上記の 4 つの手法により算出された推定値を現地に設置してある融雪水量計(ライシメータ)による実測値を基準値として比較を行い、その適合性や精度、傾向について解析を行った。

小池法は小池ら (1985) により提示された手法である。また、水津 (2001) において提示された簡易熱収支法は、SL ファクタ (以下、KSL) を導入することにより、潜熱・顕

熱輸送量による融雪水量の推定を容易にした手法である。H5 地点における潜熱下限気温は 5.7℃とした。KSL は、水津 (2001) の方法に従い、2000 年から 2004 年に観測された気象要素のデータを用いて推定した融雪水量から計算した。各年の KSL の推定結果を表 1 に示す。H5 地点における KSL は、5 年間の平均値である 1.0 を用いた。

表 1 推定 KSL

年	2000	2001	2002	2003	2004
KSL	1.0	1.3	0.83	1.0	1.1

4. 結果

4.1 推定値と実測値の比較

融雪水量推定値と実測値をまとめたものを図 1 に示す。

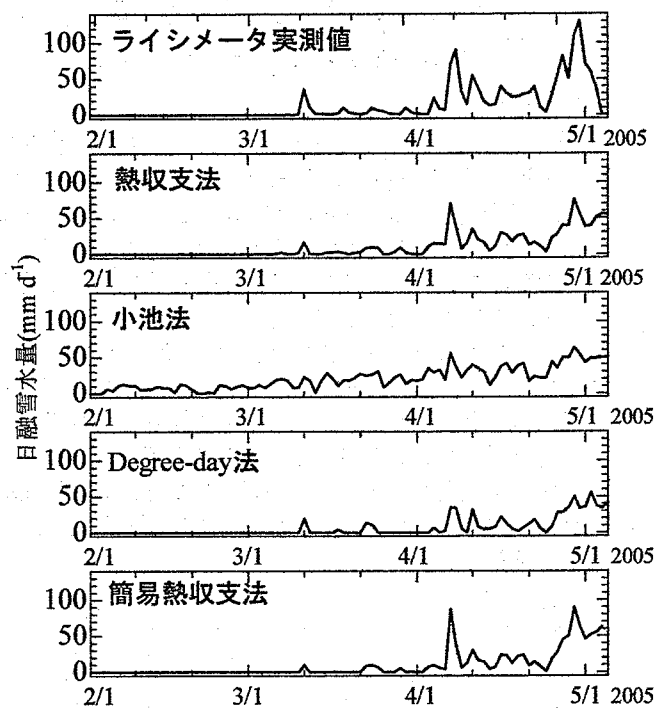


図1 各手法の日融雪水量の推移

図 1 より H5 地点の融雪現象は 3 月中旬に始まり、4 月以降に最盛期を向かえる。ピーク値は 4 月下旬に 100mm/d を超す。また、熱収支法は全対象期間でライシメータ実測値と概ね一致した。小池法は融雪最盛期 (4 月以降) では実測値や熱収支法による推定値と一致しているが、それ以前は過大評価している。Degree-day 法は融雪最盛期において実測値よりも過小評価されている。

4.2 簡易熱収支法で推定した融雪水量

熱収支法と簡易熱収支法で推定した融雪水量を図 2 に示す。

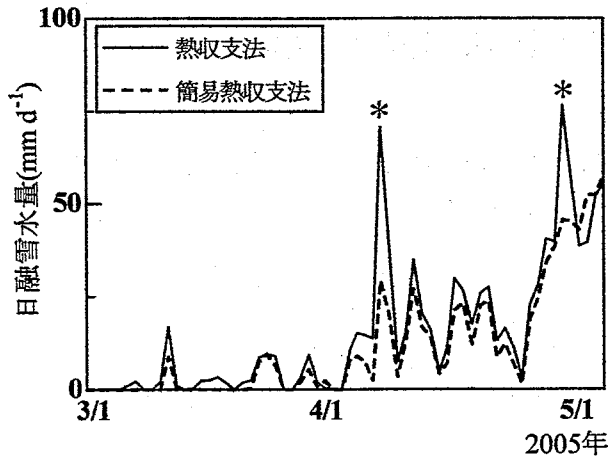


図2 熱収支法と簡易熱収支法の推定融雪水量の比較

図2より、熱収支法と簡易熱収支法で推定した融雪水量は概ね一致し、2乗平均平方根誤差  $RMSE$  は  $6.6\text{mm/d}$ 、平均誤差  $ME$  は  $-2.4\text{mm/d}$  であった。しかし、図2中の\*の日に両手法間で誤差が  $30\text{mm/d}$  以上となっている。この両日は、日平均風速がそれぞれ  $9.9\text{m/s}$  と  $5.9\text{m/s}$  であり、風速が大きかったことが特徴である。

#### 4.3 強風項による誤差の補正

前述した日平均風速が大きい特異的な日については、強風項を顕熱・潜熱輸送量による融雪水量に乗じることで補正した。強風項は、両手法間の推定融雪水量の誤差が最小になるように求めた。強風項と日平均風速は1次式で近似することが可能であり、日平均風速に0.55を乗じた値を対象日の強風項とする。本研究では、日平均風速が  $1.8\text{m/s}$  以上の日について強風項による補正を行った。強風項による補正を行った結果を図3に示す。

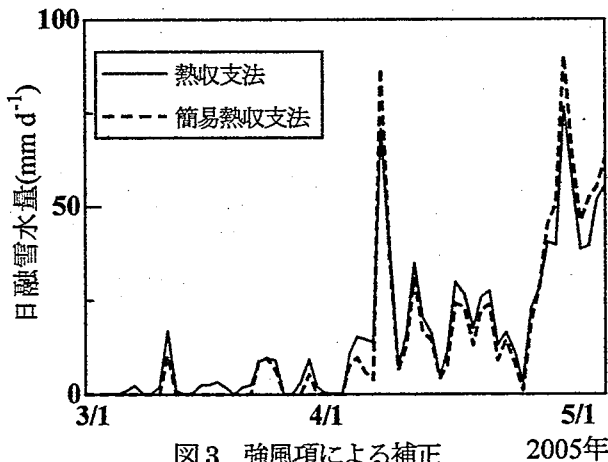


図3 強風項による補正 2005年

図3より、強風項による補正を行ったことで、両手法間の誤差は小さくなった。 $RMSE$  は  $3.8\text{mm/d}$ 、 $ME$  は  $-0.55\text{mm/d}$  であった。

#### 4.4 積雪内浸透の遅延時間

積雪内浸透の遅延時間と積雪深の経時変化を図4に示す。

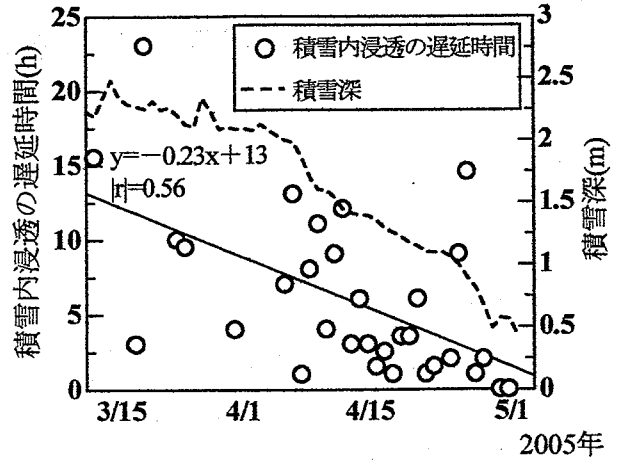


図4 積雪内浸透の遅延時間の経時変化

図4より、積雪内浸透の遅延時間は、季節の進行とともに短くなった。これは、積雪深が減少し融雪水が移動する距離が短くなったため、積雪がざらめ化し浸透速度が大きくなったためである。また、積雪内浸透の遅延時間と積雪深の関係は、2次式で近似することができ、小島ら(1984)が北海道母子里で得た結果と一致した。

#### 5. まとめ

結果をまとめると以下ようになる。

- 1) 熱収支法は日単位、時間単位両方で良好に融雪を再現することが可能である。
- 2) 小池法は融雪期以前では過大な値を示していたが、4月以降の融雪最盛期では良好な推定を行うことができた。融雪期以前は放射収支量が実際よりも過大に表現されていることが過大評価の原因とされる。
- 3) 簡易熱収支法では、日平均風速が大きい日については、強風項に乗じることで補正し、概ね良好に測定できた。
- 4) 岩手県八幡平 H5 地点では、融雪期に風速が大きくなり融雪現象に多大な影響を与えるため、強風項による補正は妥当であると考えた。対象地の地形や気象条件の特徴に応じて、補正に用いるファクタを決定すれば良いと考えられる。

#### 6. 参考文献

- (1) 小島賢治, 本山秀明 (1984) : 積雪中の融雪水浸透量ピークの時間遅れ, 低温科学, 物理篇, 第43巻, 181-184
- (2) 太田岳史 (1989) : 気温および降水量による山地積水量の経時変化の推定, 雪氷, 日本雪氷学会誌, 51巻1号, 37-48
- (3) 水津重雄 (2001) : 簡易熱収支法による融雪・積雪水量モデル, 雪氷, 日本雪氷学会誌, 63巻3号, 307-318
- (4) 小池俊雄, 高橋裕, 吉野昭一 (1985) : 融雪量分布のモデル化に関する研究, 土木学会論文集, 第363号, 165-174