

山岳地域における融雪水量推定手法の検討

加藤弘之（北海道庁）、井良沢道也（岩手大学）、八重樫純（岩手県庁）

背景と目的

日本の国土面積の約 70%は急峻な山地あるいは急傾斜地であり、このことは、地すべりや山腹崩壊・土石流などの多発する土砂災害の素因の一つとなっている。そして、これらの土砂災害発生の誘因には、降雨や地震以外に、積雪地域では融雪による地盤土壌への多量の水分供給がある。

しかし、土砂災害の警戒・避難体制において、融雪水の影響は考慮されていないのが現状である。融雪水量の予測に関しては、積雪層から地表面に供給される融雪水量を直接、ライシメータ（融雪水量計）及び気象観測測器などを用いて観測することが最も確実な方法である。しかし、山地斜面の地形的な特徴や植生の状態によっても変化のある融雪水量の把握のためには、斜面ごとに複数の観測測器を設置する必要があり、現実的には困難と考えられる。そこで、積雪表面での融雪水量を予測式によって推定し、さらに積雪層内流下の遅延効果を加味して、積雪・融雪期における土壌水分特性から斜面の崩壊危険度に結びつける方法が考えられる。そのためには、山地斜面に供給される融雪水量を精度良く予測する必要がある。

本研究は岩手県八幡平赤川流域で観測されたデータ（1999年～2003年の5年分）を用いて実用的な融雪水量推算手法の模索を目的とし、複数の融雪水量推定手法を比較検討した。

調査地及び観測項目

本研究は、岩手県八幡平赤川流域を対象としている（図1）。八幡平は岩手県と秋田県の県境に位置する多雪山岳地域であり、観測地点では、例年は2m以上の最大積雪深を記録する。国土交通省岩手河川国道事務所、土木研究所及び岩手大学では1998年より流域内標高別の3地点で気象要素他の定常観測を行っている。算出には、このうち、標高970mに位置する観測施設（H5地点）の1999年～2003年の各年2月～6月のデータを使用する。H5地点での観測項目は、気温、相対湿度、下向き日射量、上向き日射量、風速、積雪深、純放射量、融雪水量、地温、降水量の10項目である。

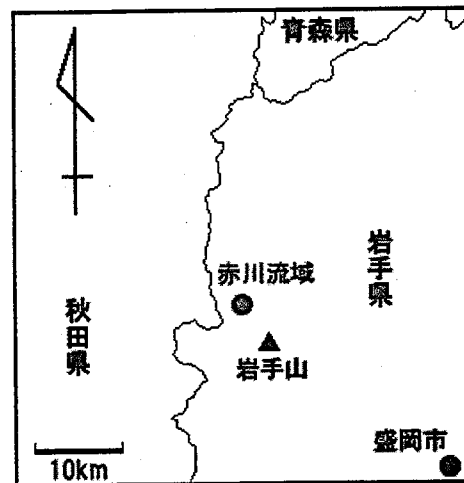


図-1 観測地点の位置図

解析方法

融雪量の推定に用いる手法は、熱収支法・小池法・Degree-day法・Degree-hour法の4手法である。一般に、熱収支法が最も正確に融雪量を算出できるとされる。対して、気温のみから経験的に融雪水量を推算するDegree-day・hour法は、簡易に算出できる利点はあるものの、標高差の大きい山地斜面への適用は誤差が大きいと考えられる。ここでは、対象地点の融雪水量を熱収支法など4手法で算出し、積雪深及びライシメータによる積雪最下部の融雪水量（実測）のデータと比較する。熱収支法は、雪面に入出力するエネルギー量を計算し、その残差を融雪に使われた熱量と仮定する方法である。Kondo and Yamazaki (1987) は、観測露場など、遮蔽物のない平坦な場において、熱収支法により融雪量を良好に再現する方法を確立している。対象地点においては、純放射量が実測されているので、それを用いる。なお、単位時間あたりの顕熱交換量、潜熱交換量は、バルク法によって求めた。小池法は、日射量、気温、降水量のみから融雪水量を算出する融雪モデルである。小池ら(1985)は、Degree-day・Degree-hour法の欠点を補い、融雪の第一成分を放射収支で説明し、残りをDegree-hour法で算出するモデルを開発した。本研究では時間単位の算出を目的としてモデルを一部改良した。また、簡易に求める方法としてDegree-day・Degree-hour法についても算出を行った。Degree-day・Degree-hour法の算出においてはそれぞれDegree-day-factor・Degree-hour-factorの係数の推定が必要であるが、ここでは熱収支法による融雪水量から逆算して係数を求めた。

推定結果

上述した計算手法により全期間における時系列変動を求めた。一例として2002年の各手法によって算出した2月1日から消雪日までの融雪水量を、ライシメータによる実測値とあわせて図-2に示す。実測のライシメータ値は、融雪末期には降雨量も含み、さらに底面融雪水量も含んではあるが、それと比較すると、熱収支法が全期間に渡って良好に実際の融雪量の推移を再現している。対して小池法は、融雪初期において高い融雪水量を算出する傾向にある。融雪末期には熱収支法と近い値となる。一方、Degree-day法・Degree-hour法は、全期間に渡ってピークが低い傾向になった。熱収支法と、小池法を積算水量で比較する(図-3)。

Degree-hour法は熱収支法に比べて低めに算出され、小池法は、2月と3月の値が過大なため、200mmを過ぎたころから熱収支法と平行になる。これは、各年共通に見られる傾向であった。熱収支法と小池法について、融雪量を算出に用いた構成成分に分けた(図-4)。融雪水量において、熱収支法と小池法に共通し、どの期間においても放射収支量の割合が75%程度を占め、小池法の2月・3月の過大な推定値は融雪最盛期の4月中旬以降と同等の放射収支推定値となっていた。今後の課題としては、気象水文観測や融雪水の地盤への浸透などの現地観測とあわせて、融雪に起因した土砂災害の予測の汎用性に関する検討(例えば既存データセットを用いた融雪量の推定)を検討する必要がある。

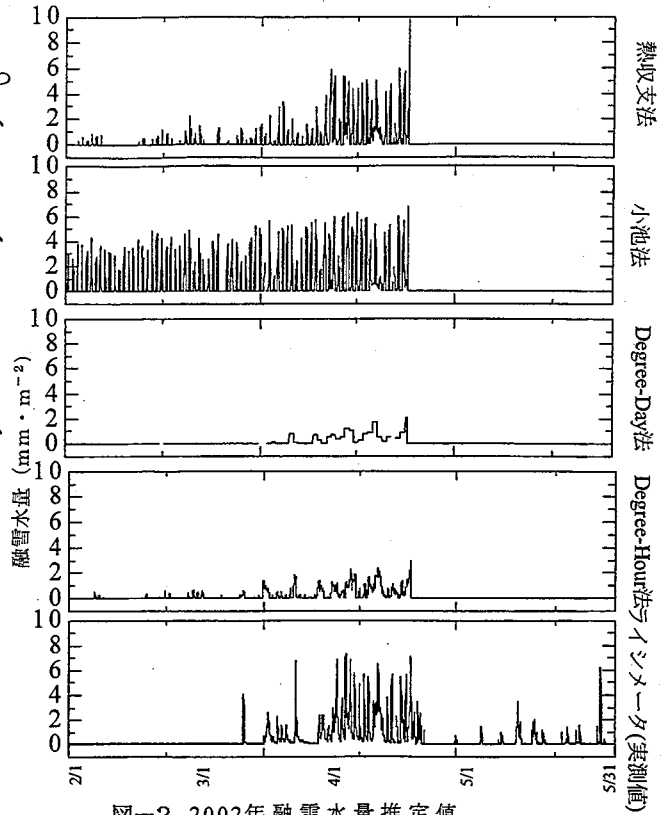


図-2 2002年融雪水量推定値

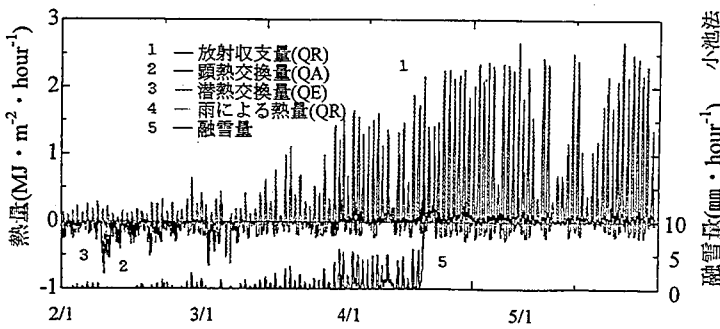


図-4 熱収支法による熱収支と融雪水量2002年

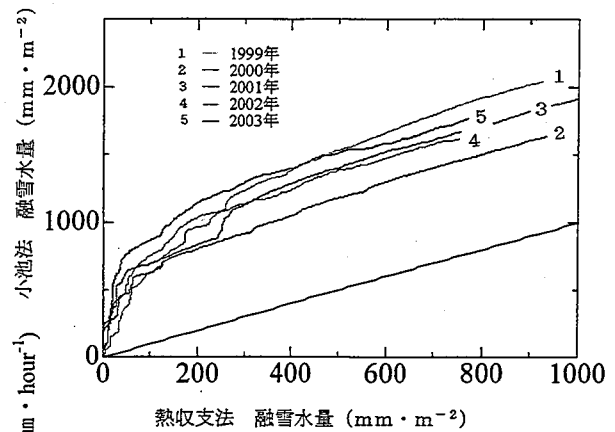


図-3 熱収支法と小池法による積算水量の累加値の推移

謝辞

本研究は国土交通省岩手河川国道事務所、土木研究所土砂管理研究グループより多大の御支援と御協力を得たもので、関係機関に深く感謝を申し上げます。

参考文献

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

小池俊雄ら (1985): 融雪量分布のモデル化に関する研究, 土木学会論文集, 363, 165-174