

積雪重量計を用いた融雪観測と積雪相当水量の推定

(独)土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○鳥谷部寿人 山下 彰司 菊地 渉

(独)土木研究所寒地土木研究所 石谷 隆始

1. まえがき

融雪水は寒冷地域においては重要な水資源である．しかしながら，春季の暖気や雨の影響で災害を引き起こすこともある．したがって、積雪相当水量の正確な評価や融雪量の予測は河川管理上重要である．

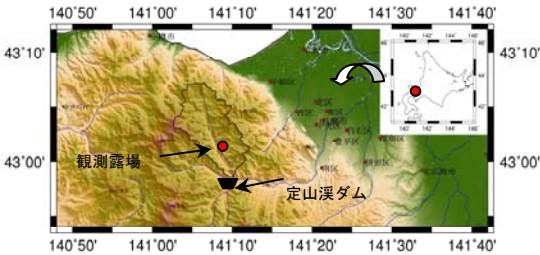
本研究では，札幌市内を流れる石狩川の支川豊平川の上流に位置する定山溪ダム流域において積雪重量計を用いた積雪重量変化とライシメータを用いた融雪量の観測を行っており，この調査結果について報告するものである．

2. 現地観測内容

現地観測は図－1に示す定山溪ダム観測露場(標高 400m)において実施した．観測項目は表－1に示す各項目で，積雪重量計による積雪観測とともに，ライシメータ(2m×2m)による積雪底面流出量の観測を行った．観測は2006年から3シーズン(前年の12月～当年5月)行っており，計測間隔は1時間毎である．積雪重量の計測に用いた積雪重量計は新潟電気(株)製MN-301であり，ステンレス製の薄板扁平容器2枚の中に不凍液を充填し，容器内圧力を圧力センサーで電氣的に計測するものであり，一枚あたり1m×2mの大きさと最大2,500kg/m²まで計測できる．なお，この計器の計測誤差は±10kg/m²である．

3. 現地観測結果

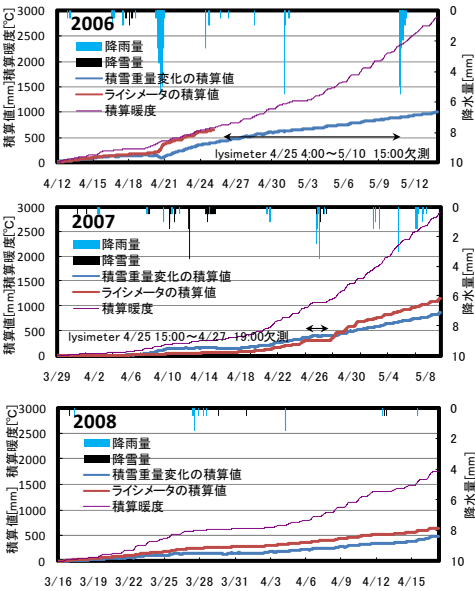
ここでは積雪重量計の連続観測結果を基に積雪重量のピークを年最大積雪相当水量と位置づけ，これ以降消雪までの観測結果について考察する．なお，積雪重量のピーク近傍を融雪初期，消雪日近傍を融雪末期と呼ぶ．図－2は横軸に年ごとの積雪重量のピーク日から消雪日までの期間をとり，縦軸に各観測値の変化量を示したものである．積雪重量変化の積算値(時間変化量が負の場合を増加，正の場合を減少とする)とライシメータの積算値を比べると2006年春季の融雪初期はリニアな増加傾向を示すが，累計47mmの降雨が観測された4月20日以降，ライシメータの値が急速に増加した．一方積雪重量変化は積雪層内の貯留効果により一時的に減少しており，雨が排水されると再び増加した．なお，4月25日以降ライシメータが欠測したため，融雪末期の変化は不明である．2007年春季の融雪初期は積算暖度の変化が小さく，積雪重量の変化は見られるが，ライシメータはあまり変化しなかった．しかし，累計14mmの降雨が観測された4月26日以降，ライシメータの値が急速に増加した．2008年春季は融雪初期から積算暖度が上昇し，双方ともリニアな増加傾向を示している．



図－1 観測露場位置図

表－1 観測項目一覧表

観測項目	計測器名	単位
融雪量	ライシメータ ＋転倒ます型流量計	mm/hr
積雪重量	積雪重量計	kg/m ²
降水量	雨量計	mm/hr
積雪深	積雪深計	cm
気温	温度計	℃
湿度	湿度計	%
風速	風速計	m/s
下向き短波放射	長短波放射計	W/m ²
下向き長波放射		W/m ²
上向き短波放射		W/m ²
上向き長波放射	放射温度計	W/m ²
積雪表面温度		℃



図－2 積雪重量のピーク日から消雪日までの観測値

キーワード 冬期水文観測，積雪重量計，ライシメータ，積雪相当水量

連絡先 〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 (独) 寒地土木研究所 Tel:011-841-1696

次に融雪量の熱収支¹⁾に基づく理論値と各計測値を表-2に整理した。なお理論値は融雪熱量に基づく融雪量なので降雨による流出を含まない。ある程度まとまった降雨が観測された2006年の積雪重量計の計測値は理論値よりも大きな値を示す一方、2007年2008年の計測値は理論値をやや下回った。ライシメータの計測値は2007年では理論値を上回っている一方、ほとんど雨が降らなかった2008年は理論値とほぼ同等の値を示した。2008年は少雪年であり積雪量が少なく、明瞭な氷板も確認されず積雪の層構造も単純であり、積雪内の水(融雪水や雨水)の動きも鉛直方向に単純な流れであったといえる。一方、2006年及び2007年は多雪年であり、積雪の層構造も多数の氷板が確認され降雨の影響もあって積雪内の水の動きも複雑化し、結果として積雪相当水量自体に違いが生じた可能性が考えられる。

表-2 融雪量(mm)の比較

年月日	項 目	熱収支法	積雪重量計	ライシメータ (降雨を差し引いた値)
2006 4/12-5/1		830	992	
2007 3/29-5/9		961	875	1112
2008 3/16-4/1		594	488	639

次に各年に実施されているスノーサーベイに着目して考察する。スノーサーベイは積雪寒冷地域のダムなどで、融雪に伴う貴重な水資源量を把握する目的で融雪が始まる直前を狙って行われている。しかし、2月から3月にかけての厳冬期の調査であり、気象や地理条件に左右されることから調査日やコースは限られる。図-3は3ヶ年に実施されたスノーサーベイの実施日と積雪重量変化を示したものである。図から各年共に融雪開始前にスノーサーベイが行われたことがわかる。しかし、連続観測結果から得られた積雪重量のピーク日と比べると年によって観測日が一月以上も離れていることがわかった。そこで、融雪期の積雪重量を連続観測した結果を用いてスノーサーベイ実施日における流域平均積雪相当水量の推定を試みた。流域平均積雪相当水量の推定を行う上で積雪密度と積雪深の空間分布を推定する必要がある。積雪密度に関しては著者ら²⁾による既往データの解析から、当該流域における融雪期の積雪密度は空間的にあまり変化しないことが示されており高度によらず一定とした。積雪深に関しては工藤ら³⁾による当該流域での積雪深増加率0.25/100mを用いた。図-4から推定値と実測値はほぼ等しいことがわかる。さらにこの関係を用いた積雪重量のピーク日における流域平均積雪相当水量の推定結果を図-4に示す。スノーサーベイと積雪重量のピーク日の差が5日である2008年の推定値はスノーサーベイの実測値とほぼ等しい値を示した。一方、ピーク日の差が22日の2007年及び32日の2006年の推定値はスノーサーベイの値を大きく上回る結果となった。

図-3は3ヶ年に実施されたスノーサーベイの実施日と積雪重量変化を示したものである。図から各年共に融雪開始前にスノーサーベイが行われたことがわかる。しかし、連続観測結果から得られた積雪重量のピーク日と比べると年によって観測日が一月以上も離れていることがわかった。そこで、融雪期の積雪重量を連続観測した結果を用いてスノーサーベイ実施日における流域平均積雪相当水量の推定を試みた。流域平均積雪相当水量の推定を行う上で積雪密度と積雪深の空間分布を推定する必要がある。積雪密度に関しては著者ら²⁾による既往データの解析から、当該流域における融雪期の積雪密度は空間的にあまり変化しないことが示されており高度によらず一定とした。積雪深に関しては工藤ら³⁾による当該流域での積雪深増加率0.25/100mを用いた。図-4から推定値と実測値はほぼ等しいことがわかる。さらにこの関係を用いた積雪重量のピーク日における流域平均積雪相当水量の推定結果を図-4に示す。スノーサーベイと積雪重量のピーク日の差が5日である2008年の推定値はスノーサーベイの実測値とほぼ等しい値を示した。一方、ピーク日の差が22日の2007年及び32日の2006年の推定値はスノーサーベイの値を大きく上回る結果となった。

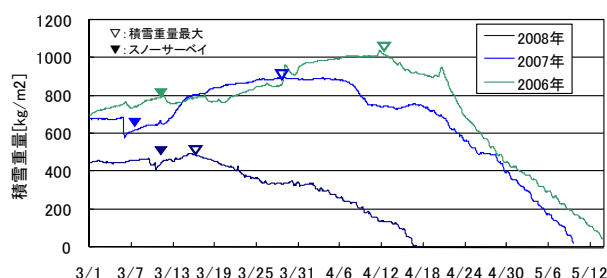


図-3 融雪期間の積雪重量変化

4. おわりに

積雪重量計とライシメータを用いて融雪期の同時観測を行った結果、多雪年と少雪年の計測値の特性を確認した。

積雪重量計の連続観測結果を用いてスノーサーベイ実施日における流域平均積雪相当水量を推定した結果、概ね妥当な値が求められた。この結果を用いて積雪重量ピーク日における流域平均積雪相当水量を求めた結果、スノーサーベイ実施日との差が大きい年の推定値はスノーサーベイの値を大きく上回る結果となった。今後は更にデータの蓄積を行い経年変化の検証を行う必要がある。

参考文献

- ・近藤純正編著：水環境の気象学，朝倉書店，1994。
- ・鳥谷部寿人，山下彰司，新目竜一：積雪重量計を用いた融雪観測と積雪相当水量に関する一考察 土木学会北海道支部年次技術発表会論文集 第65号 ppB-32 2009。
- ・工藤啓介，中津川誠：石狩川流域の水文メッシュ値の推定 土木学会 59 回年次学術講演会 pp151-152 2004。

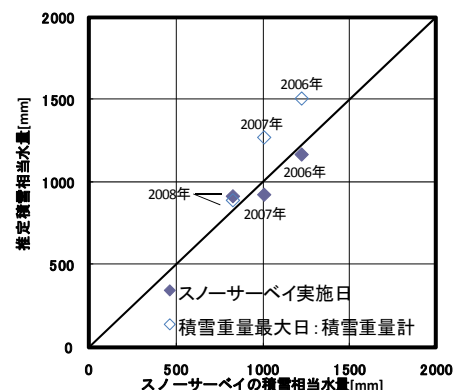


図-4 積雪相当水量の推定