

GPS 観測による SWE モデルの山岳域の精度向上

東北大学 学生会員 ○菊地 慶太
東北大学 正会員 風間 聡

1. はじめに

日本は世界で最も積雪が深い地域の一つであり、雪国と呼ばれる地域は約50%に上る。北国もさることながら、冬期には九州地方でも積雪が観測され、冬季間の積雪は、観光業を始め、様々な産業に関わりが深い。また、春季の融雪水は農業用水、工業用水、生活水の安定供給、安定した水力発電を考慮する上で重要な要素となる。近年の気候変動により融雪時期に変化が生じ、春先の水利用が懸念されている。その一方で、2006年-2007年は、「平成18年豪雪」と呼ばれる記録的な豪雪に見舞われ、死傷者は2,000人を超えた¹⁾。このようなことから積雪を利用し、その被害を防ぐためにより正確な積雪推定が必要となる。その中でも山岳域の積雪は融雪出水の大部分を占めるため、有効な水資源の利用を考慮する上で重要な要素である。泉ら²⁾はSWEモデル(積雪水量推定モデル)から求めた積雪深と平地のAMeDASの積雪深を評価した。しかし山岳域は、積雪期には吹雪や降雪などの気候条件、雪崩の危険性や登山知識の必要性などの地理的条件により観測がほとんどなされていないため、その部分の評価がされていない。モデル検証にはより詳細な積雪深観測が必要である。そこで本研究では、近年新たな観測技術として利用されているGPSを用いて積雪深を観測する。その結果からSWEモデルを評価し、山岳域でのモデルの精度向上を図ることを本研究の目的とする。

2. 研究対象領域・期間

研究対象領域は、宮城県刈田郡蔵王町にある宮城蔵王スキー場入り口から刈田岳頂上までである(図-1)。北緯38°、東経140°に位置し、対象区間の地表面標高は1100m~1780mである。1100m~1550mは道幅5m程度の林道が続く、両側は高さ5~10m程度の木々が立ち並ぶ。そして、蔵王エコーラインを横切り、刈田岳の尾根となる。尾根は、一帯に高さ1mほどの低木地帯、山頂付近に植生限界地帯が広がる。斜面全体としては東向きの斜面であり、水平測位距離は約6000mである。測位は2006-07年では、

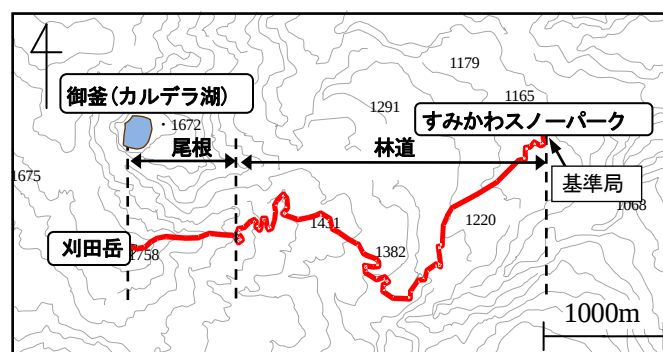


図-1 研究対象領域

12月15日、1月19日、1月22日、3月4日、4月4日、28日、8月29日である。2007年-2008年では1月29日、2月19日、3月4日、4月13日、4月30日に実施した。8月29日は無積雪状態での観測である。

3. GPS 測位と積雪深観測

測位機器はフランスTHALES Navigation社のPro Mark3を用いた。測位方法は2つのGPS受信機を用いる連続キネマティック測位を用いた。この測位方法の特徴としては、従来のように測点毎に立ち止まる必要がなく、一定時間間隔で任意点を自動的に測位出来ることである。これにより、初期作業として、初期化を5分ほど行えばその後は誰でも容易に観測を行うことが出来るのが利点である。また、上空のGPS衛星から情報を得るため、測点間の見通しを必要とせず、天候にも左右されにくい、天候が変化しやすい山岳部においても使用が可能である。

本研究では、受信機を背負い、滑降にはスノーボードを用いた。積雪深は、2007年8月29日の無積雪状態の観測点を地表面標高データとし、その他の積雪面標高データとの差から積雪深を求めた。

4. 位置データ処理

任意点を自動的に観測するという、連続キネマティック測位の特性上、測位日間で測点のずれが生じる。その

ため、位置データの処理が必要となる。本研究では、最近隣法を用いた。これは、ある積雪面データに対し、最も近い地表面データを抽出する。本研究では、測位データ間距離が1.0m以下のもののみを抽出した。

5. SWEモデル

SWEモデルはDegree-day法と降雪分布を考慮した広域モデルである。データセットはAMeDASの日平均気温(°C)、日降水量(mm)および国土数値情報である。積雪深は、まず積雪水量(mm)を、SWEモデルから推定した。その後、雪の圧密過程を考慮し、積雪深(cm)を推定した。

6. GPS測位とSWEモデルとの比較

積雪深は、SWEモデルにおいてGPSによる測位対象領域に該当するグリッドセルを、緯度経度情報からの変換公式⁴⁾を用いて4地点を抽出し比較した。各セルの平均地表面標高は、1262m、1364m、1525m、1668m、である。平均地表面標高1262m、1364mは林間部であり、1552mは蔵王エコーライン(道路)および尾根低灌木地帯、1668mは森林限界となる。

7. 結果と考察

図2に地表面標高－積雪深グラフを示す。なお、紙面の都合上2008年4月4日を代表して載せた。GPSによる積雪深はSWEモデルに対応するグリッドセル内の平均値である。地表面標高別にみると、地表面標高1500m付近まではSWEモデルが過小評価の傾向があり、それ以降の標高帯では、過大評価の傾向がある。GPSに対するSWEモデルの相対誤差は9%(1264m)～45%(1668m)である。過小評価の原因としては、標高1500m付近までは林間部であるため、樹木により日射が遮断される。そのため、融雪が遅れると考えられる。逆に森林限界より上では風の影響を受けやすく、積雪の後に削剥や移動が起こるためであると考えられる。本研究で融雪量を気温と融雪係数のみで決定している。そのため、植生の影響を考慮していない。ここで、融雪係数の決定方法として、LAIと地表面標高を考慮して計算を実施したものを図3に示す。融雪係数とLAI、地表面標高の関係は、泉らにならい、

$$K=3.93e^{-0.36LAI}+0.04elevation+0.51 \quad (1)$$

であたえた。上記の融雪係数の補正を実施した結果、相対誤差は、10%(1262m)～30%(1668m)と1668m地点では15%程度の改善が見られた。

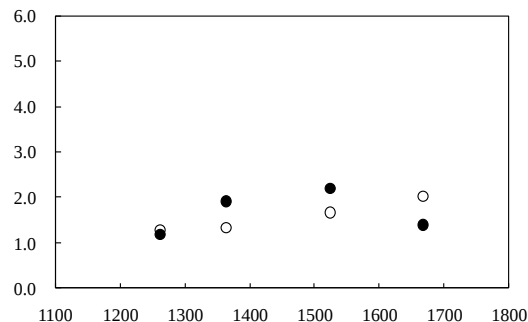


図3 地表面標高－積雪深図 (2008年4月2日)
融雪係数一定

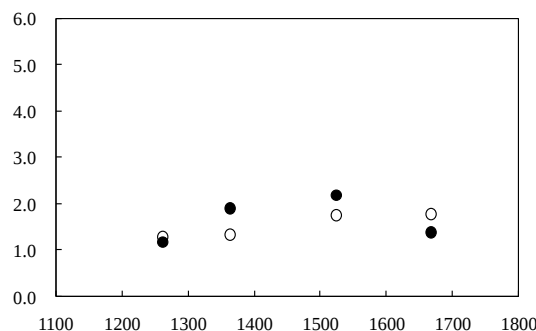


図4 地表面標高－積雪深図 (2008年4月2日)
融雪係数補正後

8. まとめ

- ・積雪深は標高増加に伴い増加するが、植生や風の影響で山頂付近は積雪深が減少する。

- ・融雪係数を標高毎に決定することでモデルの精度が向上する。

謝辞：実地観測には東北大学水環境システム学研究室の諸氏の助けを得た。GPSの運用には(株)ジオサーフおよび(株)仙台測器社のご指導を受けた。ここに併せて謝意を表する。

参考文献

- 1)内閣府：平成18年豪雪による被害状況等について(第9報)。
- 2)泉宏和，風間聡，戸塚岳大，沢本正樹：全日本の積雪水量，積雪深，全層積雪密度分布推定，水工学論文集，第49巻，pp301-306，2005。
- 3)澤本正樹：気象災害ポテンシャル評価における衛星画像データベース支援システムの開発，平成6年度科学研究費補助金(試験研究B)研究成果報告書，1995。