

II-18

気候変動に対する雪水資源の脆弱性

東北大学工学部 学生会員 ○那須 貴之
東北大学大学院 学生会員 泉 宏和
東北大学大学院 フェロー 沢本 正樹

1. はじめに

多雪地域における融雪水は春から夏にかけて貴重な水資源として活用されている一方、積雪は雪崩などの雪害をもたらす。積雪を水資源として高度利用するとともに雪害を最小限にとどめるため、日本全域という広域において積雪・融雪情報を整備する必要がある。そこで本研究では、標高、気象、衛星データを用いて、全日本での積雪水量分布を推定し、雪水資源の脆弱性ある地域について考察することを目的とする。

2. データセットおよび対象地域・期間

研究対象地域は日本全域である。衛星データはNOAAのデータベースの一つであるJAIDASの東日本および西日本の画像を用いた。標高データは国土地理院が作成した数値地図情報の250m×250mメッシュをJAIDASの1100m×1100mメッシュに平均化して用いた。気象データは気象庁より提供されているAMeDASデータから日平均気温(°C)と日降水量(mm)を用いた。また、研究対象期間は2004-05年、積雪が平年より少ない1992-93年、積雪が平年並みである1998-99年、積雪が平年より多い1999-2000年とした。

3. 解析方法

3-1 SWE モデル

積雪水量の推定は泉ら¹⁾にならぬSWEモデルを用いる。SWEモデルは降雪モデルと融雪モデルから構成され式(1)のように示される。

$$\frac{d}{dt}(SWE) = SF - SM \quad (1)$$

ここで、 SWE は積雪水量 (mm)、 SF は降雪量 (mm/day)、 SM は融雪量 (mm/day)である。

3-2 降雪モデル

各メッシュの気温はAMeDASデータの日平均気温を重み付距離平均法により補間して求め、標高データを用いて気温減率0.6°C/100mにより補正することによって気温分布を作成した(図-1)。各メッシュの降雪量は降水形態の判別気温2°C²⁾を用い、気温2°C以上を降雨、2°C以下を降雪として、AMeDAS

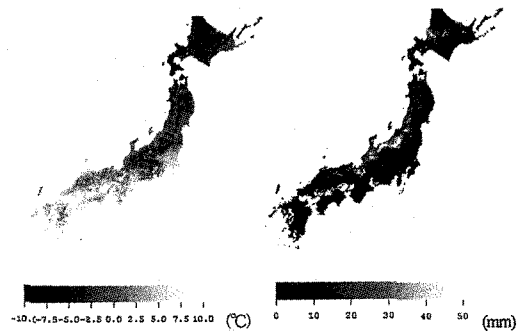


図-1 気温分布(2005/1/30) 図-2 降雪量分布(2005/1/30)

の降水量データを重み付距離平均法により補間して求めた。その際に近藤ら³⁾にならぬ式(2)を用いて標高補正して降雪量分布を作成した(図-2)。

$$SF = SF' \times \left\{ 1 + 0.001 \times (E_m - E_p) \right\} \quad (2)$$

ここで、 SF は標高補正をした降雪量(mm)、 SF' はAMeDAS観測点降水量データ(mm)、 E_m はメッシュの標高(m)、 E_p は観測点の標高(m)である。0.001は補正係数であり、気温2°C以下を降雪としている条件下において、暖地・寒地ともに適用できる³⁾。

3-3 融雪モデル

各メッシュの融雪量は式(3)に示すようにdegree-day法により計算した。

$$SM = K \times T \quad (3)$$

ここで、 SM は日融雪量 (mm)、 K は融雪係数(mm/day/°C)であり、 T は0°C以上の日平均気温 (°C)である。

3-4 融雪係数の決定

融雪係数を変化させ求めるSWEモデルの積雪域とJAIDAS画像から作成した積雪マップにおける積雪域を比較し、最も相関が高い際に得られたものを融雪係数とした。つまり、様々な融雪係数を式(3)に代入し、最適な融雪係数を求めた。

3-5 積雪マップの作成

積雪マップは東日本および西日本のJAIDAS画像のch1,3,4(可視域(0.58~0.63μm)、中間赤外域(3.55~3.93μm)、熱赤外域

(10.3~11.3 μ m))を用いて作成した。まずch1で目視により雲または雪の部分の判定し、次に標高データを用い、気温減率(0.6 $^{\circ}$ C/100m)による標高補正をch4の輝度温度に対して行い、氷で形成されている高層の雲を判定した。そして、ch3の中間赤外の波長域が大気中の水粒に強く反射する性質から低層の雲を判定した。このようにして雲域を除去して積雪マップを作成した。

3-6 積雪水量分布の作成

東日本、西日本の2ヶ所において月毎に求めた融雪係数を用いて積雪水量分布を作成し、それを合成することで全日本の積雪水量分布を作成した(図-3)。

4. 結果と考察

研究対象期間である1993年、2000年、2005年の3年間と、積雪が平年並みである1999年との積雪水量分布の差を求め、2月15日、3月15日について比較した(図-4、5)。全ての比較において北海道北西部では広い地域でマイナスの値を示しており最小値は-640~-470mmとなっている。よって1998-99年の北海道は多雪であった事が分かる。05-平年、多雪-平年の比較においては東北地方北部、奥羽山脈から秋田側にかけて最小値-700~-330mmのマイナスの値を示す同様の傾向が見られる。多雪-平年の比較において中部地方北部、越後平野付近では非常に広い範囲でマイナスの値を示して最小値は-1500mm以下となっている。一方、同地域の05-平年での比較ではマイナスの値を示す範囲は非常に狭く大部分はプラスの値を示しており、最大値は1710~2300mmと非常に大きな値となっている。05-平年の比較で鳥取、兵庫の県境の山間部の狭い範囲でマイナスの値を示しているが、ここ以外の中部地方以南で積雪の見られる場所では、全ての比較において最大値が690~980mmのプラスの値を示した。各比較の2月のものと3月のものとを見比べると、大きな変化はなく、時期による差の変動は小さいといえる。

5. まとめ

本研究から、中部地方北部、越後平野付近は積雪水量の変動幅が大きいことから、気候変動による影響を受けやすく、雪水資源に対し脆弱であるということが分かった。今後は、積雪水量の変動に影響を与える要因を解析する必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり地球環境研究総合推進費から援助を受けました。ここに記して謝意を示します。

参考文献

- 1) 泉宏和・風間聡・戸塚岳大・澤本正樹：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、(1)、pp301-306、2005。
- 2) 塚本良則：森林の水文学、文永堂出版、pp195、1992。
- 3) 近藤純正・木谷研・松島大：新バケツモデルを用いた流域の土壌水分量、流出量、積雪水当量、及び河川水温の研究、天気、vol. 42、pp821-831、1995。



図-3 積雪水量分布(2005/1/30)

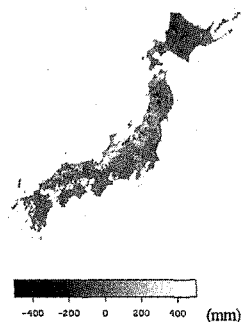


図-4 積雪水量差(2005/2/15-1999/2/15)

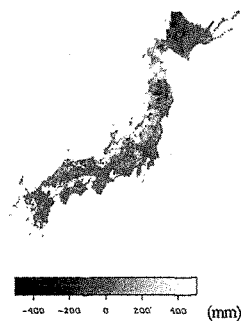


図-5 積雪水量差(2005/3/15-1999/3/15)