

# 積雪が与える社会影響の定量化

東北大学 学生会員 佐野 雄大  
東北大学 正会員 風間 聡

## 1. はじめに

雪は農業用水や工業用水、家庭用水、発電などに利用される重要な水資源である。また、農作物貯蔵などの冷熱源としての利用方法もあり、スキー・スノーボードなどのレジャーや雪まつりなどの貴重な観光資源としても利用される。しかし、その一方で雪による転倒事故や交通障害、農林水産業への被害、家屋倒壊、浸水被害、雪崩等災害も毎年発生している。また、近年の気候変動の影響により、世界各地で異常気象による甚大な被害が発生している。今後、豪雨や異常渇水などとともに極端な多雪や少雪が増加することが懸念される。雪を将来も引き続き社会的資源として充分活用するとともに、雪による災害を未然に防ぐために、積雪量の変化が社会に及ぼす影響を知る必要がある。既往の研究では、那須ら<sup>1)</sup>によって、多雪年と小雪年、平均年を比較することで、積雪による水資源の脆弱性をもつ地域が特定されているが、多雪による社会的便益や災害の評価はされていない。

そこで本研究では、現在までに多雪年である平成17年度と少雪年である平成18年度における積雪水量マップを作成、比較し積雪水量変化量マップを作成した。さらに積雪による積雪による社会的便益と社会的被害を調査し、得られたデータと積雪水量変化量マップを比較することで、多雪と少雪の変化によって雪が与える社会影響を評価する。

## 2. 研究対象領域及びデータセット

研究対象領域は日本全域であり、研究対象期間は平成17年11月から平成18年5月、平成18年11月から平成19年5月である。積雪水量分布推定には那須ら<sup>1)</sup>にならい SWE モデルを用いた。今回使用したデータは、JAIDAS の衛星データ、AMeDAS データ、標高データである。また、積雪水量変化量分布と比較した社会影響データは、全国のダムの貯水量、交通事故件数、各道府県の除雪事業費用、水力発電供給量、平成18年豪雪による人的被害者数、家屋倒壊数である。

## 3. 解析方法

### 3-1. 積雪水量の推定

SWE モデルは以下の式(1)で表される。

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

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。降雪量 SF と融雪量 SM の推定方法は、以下の(i)、(ii)で述べる。

#### (i) 降雪量の推定

降水量分布、気温分布、降雪量分布の順に求める。重み付距離平均法により、AMeDAS データの日降水量、日平均気温を用いて降水量分布、気温分布を求めた。さらに降水量分布と気温分布を用いて、気温2 以上を降雪、2 以下を降雪として、降雪量分布を作成した。その際に近藤ら<sup>2)</sup>にならい式(2)を用いて標高補正して降雪量分布を作成した。

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

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)、Emはメッシュの標高(m)、Epは観測点の標高(m)。0.001は補正係数であり、気温2 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<sup>2)</sup>。

#### (ii) 融雪量の推定

融雪量は、degree-day法により式(3)で求めた。

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

ここで、Kは融雪係数 (mm/day/ )であり、Tは0 以上の日平均気温 ( )である。このときの融雪係数は、積雪水量分布と積雪マップを比較し相関が最も大きいものを用いる。積雪マップの作成方法は次で述べる。

### 3-2. 積雪マップの作成

JAIDAS画像のch.1(可視波長帯、0.58~0.63μm)、ch.3(中間赤外波長帯、3.55~3.93μm)、ch.4(赤外波長帯)を用いて作成した。まず、ch.1で目視により白い部分(アルベドの高い部分)の雲または雪を判別する。次に標高データを用いて、気温減率(0.6

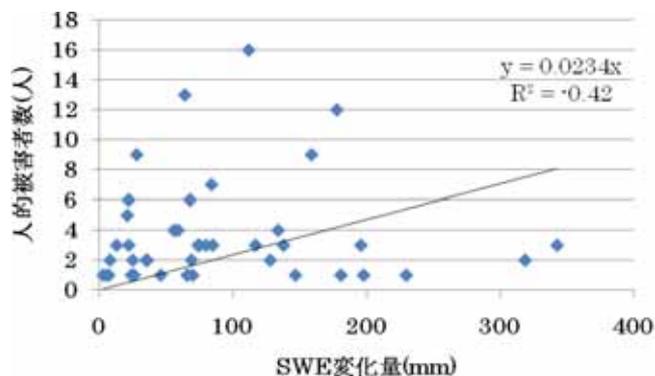


図 1 : SWE 変化量と人的被害者数の関係

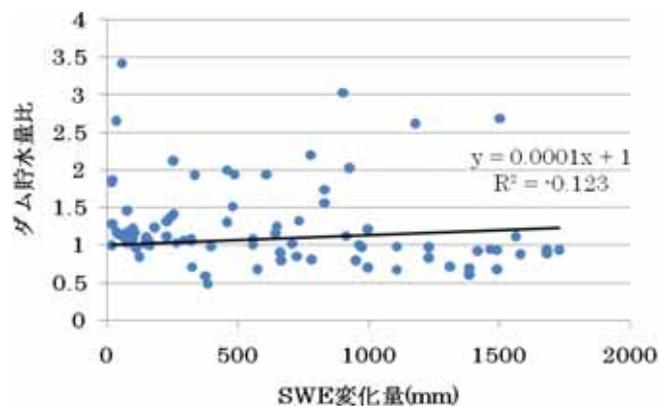


図 2 : SWE 変化量とダム貯水量比の関係

/100m)による標高補正をch.4について行い,輝度温度の低い所を雲と判断する.そしてch.3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,輝度温度の高い部分を雲とする.これらの雲域判定を行って積雪マップを作成した.JAIDAS画像と標高マップにズレが生じている場合には座標補正を行った.

#### 4. 結果と考察

SWE モデルを用いて平成 18 年,平成 19 年における積雪水量を比較した.このときの各県における SWE 変化量を算出し,SWE 変化量の変化によって人的被害者数やダム貯水量比,除雪事業費がどのように変化するか調べた.図 1 には SWE 変化量と人的被害者数の関係を示した.このとき,人的被害者数は各県各月における積雪が原因の被害者数のデータを用いた.これより SWE 変化量=0 では人的被害者 0 人として切片=0 とすると, $y=0.0234x$  の式で表せるが相関は小さい.また SWE 変化量とダム貯水量比の関係を図 2 に示した.ダム貯水量は各県で代表的なダムの貯水量データをダム諸量データベースより用い,H18/H19 比の値を縦軸にとった.SWE 変化量とダム貯水量比の関係は,切片を 1 とすると, $y=0.0001x+1$  の式で表せるが, $R^2=-0.123$  であった.さらに SWE 変化量と除雪事業費変化量の関係は図 3 のようになる.SWE 変化量と除雪事業費変化量の関係は, $y=7.965x$  で式となり, $R^2=-0.013$  であった.除雪事業に関しては除雪実績道路延長や除雪出動回数などの詳細データを用いることでさらにいい相関が得られると考えられる.また,それぞれのデータは各道府県を中心に用いているのでさらに市町村単位の人的被害者数,除雪事業費のデータを用いることで精度を高める.

今回の 3 つの事例以外に SWE 変化量と交通事故件数,建物被害,発電供給量についても相関を調べる.

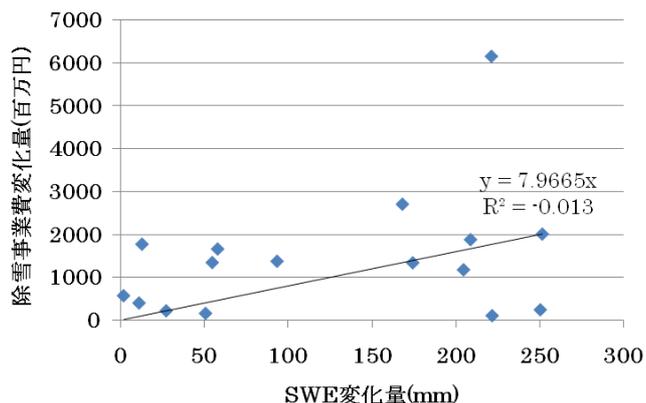


図 3 : SWE 変化量と除雪事業費変化量の関係

#### 参考資料

- 1) 那須貴之・風間総・沢本正樹:地域別に見た気候変動に対する積雪水資源脆弱性,水工学論文集,第 51 巻,2006
- 2) 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.
- 3)2007 年仙台管区気象台発表予報,9 月 25 日発表寒候期予報  
<http://www.reigai.affrc.go.jp/yoho/yoho2007/yoho092502.html>
- 4) 仙台管区気象台:仙台管区気象災害報告,第 121 号(2006 年),第 122 号(2007 年)
- 5)国土交通省:災害情報,平成 18 年豪雪(第 50 報),(平成 18 年 5 月 10 日現在)
- 6) 内閣府:平成 18 年豪雪における被害状況等について(第 9 報),(平成 18 年 9 月 26 日現在)  
[http://www.bousai.go.jp/pdf/2005yuki-higai\\_9.pdf](http://www.bousai.go.jp/pdf/2005yuki-higai_9.pdf)
- 7) ダム諸量データベース  
<http://www2.river.go.jp/dam/>