阿賀野川流域における積雪・融雪分布の長期変動

日本大学工学部土木工学科　学生会員　○佐藤　豪
日本大学工学部土木工学科　正会員　朝岡　良浩

1. はじめに

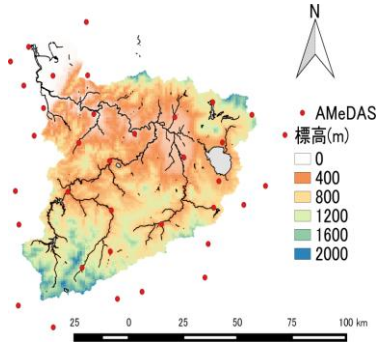
IPCC 第 5 次評価報告書によると，北半球高緯度おいて積雪面積の減少が報告されている．北半球中緯度に位置する日本の阿賀野川流域は温帯気候に属し，世界でも有数の豪雪地帯である．積雪は豊富な水資源として生活用水，灌漑用水，水力発電などに利用されている．温帯の豪雪域における積雪量の長期変動を評価した研究事例は少なく，気候変動の影響検出および積雪を有効活用するうえで重要である．本研究では積雪水量推定モデルを用いて阿賀野川流域の積雪・融雪分布を推定し，長期変動について評価することを目的とする．

2. 積雪水量・融雪量分布の推定

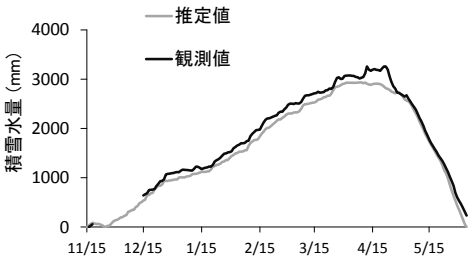
研究対象地域は阿賀野川流域(流域面積 7,710km^2，図－1)である．積雪水量は流域内の各グリッドに式(1)を適用して推定した．

$$\frac{d(SWE)}{dt} = SF - Melt \qquad (1)$$

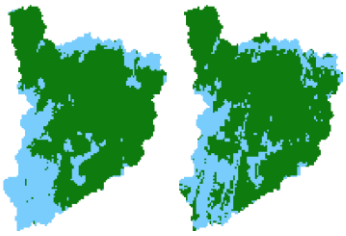
ここで，SWE は積雪水量(mm)，SF は日降雪量(mm/day)，$Melt$ は日融雪量(mm/day)，dt は計算時間間隔(1 日)である．グリッドの空間解像度は dx=1km とした．降雪量は標高依存性と雨雪判別式を用いて推定した．融雪量は Degree-day 法 [1)]から推定した．入力する気象データは AMeDAS(Automated Meteorological Data Acquisition System)の気温，降水量，蒸気圧の観測データと重み付距離平均法を用いて空間補完した．使用した AMeDAS 観測点(図－1)は 37 地点(流域内は 19 地点)である．計算期間は 1985 年から 2015 年の 30 年間とし，各年の 10 月 1 日から翌年 7 月 31 日までとした．



図－1　阿賀野川流域の概要及び AMeDAS 観測点



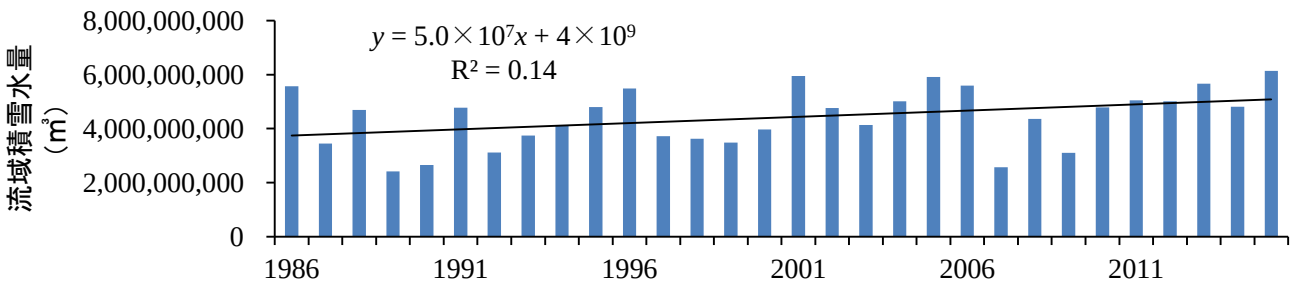
図－2　積雪水量の検証(奥只見丸山)



図－3　積雪域の検証
左：モデル推定，右：衛星観測

3. 結果

3. 1計算結果の検証



図－4　年最大積雪量の変動

キーワード　気候変動，積雪水資源，豪雪域，積雪水量，多雪・小雪年
連絡先　〒963-8642　福島県郡山市田村町徳定字中河原 1　日本大学工学部土木工学科　ＴＥＬ024-956-8732

表－1 冬季(12～2 月)の観測気温・降水量と推定流域積雪水量の平均値

期間	気温 (℃)	標準偏差 (℃)	降水量 (mm)	標準偏差 (mm)	流域積雪水量 (m^3)	標準偏差 (m^3)
1985～2015	-0.84	0.80	1,930	295	4.41×10^9	1.06×10^9
1985～2000	-0.71	0.79	1,569	284	3.97×10^9	0.94×10^9
2001～2015	-0.97	0.79	2,026	274	4.85×10^9	1.01×10^9

表－2 流域積雪水量・融雪量の統計値

	最大流域積雪水量(m^3)	堆積基準日数(＊)	融雪基準日数(＊)	3 月流域融雪量(m^3)	4 月流域融雪量(m^3)	5 月流域融雪量(m^3)
上位 6 年	5.81×10^9	105	201	1.07×10^9	2.29×10^9	1.94×10^9
中位 18 年	4.46×10^9	112	193	1.18×10^9	2.56×10^9	1.06×10^9
下位 6 年	2.89×10^9	105	181	1.12×10^9	2.07×10^9	4.53×10^8

(＊)10 月 1 日からの日数を示す.

奥只見丸山の積雪重量計による積雪水量の実測値 [2]とモデルによる推定値を比較した(**図－2**)。最大値の相対誤差は 10%, 積雪期間の平均誤差(MAE)は 114mm/day であった. 積雪量の空間分布の検証として衛星画像から抽出した積雪域 [3]とモデルから推定した積雪域を比較した. **図－3**に 2014 年 5 月 5 日の結果を示す. 積雪の有無の一致率は 80%以上と概ね良好な精度であった.

3. 2積雪水量の長期変動

年最大流域積雪水量の長期変動を**図－4**に示す. また, 流域内 AMeDAS(12 地点)の冬季(12 月, 1 月, 2 月)の降水量と平均気温を**表－1**に示す. 対象期間の後半(2001~2015 年)は前半(1985~2000 年)と比較して気温は僅かに低く, 降水量は僅かに増加している. 流域の積雪量は長期的に僅かな増加傾向を示し, 年較差は大きい.

3. 3多雪年・小雪年の統計値

年最大流域積雪水量を指標として, 対象期間 30 年間を上位 6 年, 中位 18 年, 下位 6 年に分類した統計値を**表－2**に示す. 上位6年の年最大流域積雪水量は中位18年の130%, 下位6年の年最大流域積雪水量は中位18年の65%であった. 堆積基準日数は各年 10 月 1 日から年最大流域積雪水量の 50%に到達するまでの日数とした. 同様に融雪基準日数は各年 10 月 1 日から年積算流域融雪量の 50%に到達するまでの日数とした. **表－2**から堆積基準日数は上位 6 年と下位 6 年でほぼ等しく, 中位 18 年より短縮(早期化)している. 融雪基準日数においては, 年間最大流域積雪水量の多い年は, 融雪期間が長期化することから 5 月の流域融雪量が増加する.

4. おわりに

本研究では, 積雪水量推定モデルを用いて阿賀野川流域を対象として1985年から2015年までの積雪水量と融雪量を推定した. これにより, 年積雪水量は長期的に僅かな増加傾向を示し, さらに年較差が大きいことを明らかにした. 今後は多雪年および小雪年といった極端気候等における水資源運用について検討する必要がある.

参考文献

1) Yoshihiro ASAOKA, Yuji KOMINAMI (2013): Incorporation of satellite-derived snow-cover area in spatial snowmelt modeling for a large area: determination of a gridded degree-day factor, Annals of Glaciology, Vol.54(62), pp.205-213.
2) Yamaguchi Satoru, Abe Osamu, Nakai Sento, Sato Atsushi (2011): Recent fluctuations of meteorological and snow conditions in Japanese mountains, Annals of Glaciology. Vol. 52(58), pp. 209-215.
3) 齋藤 翼・朝岡良浩:人工衛星と確率密度関数を用いた日本全域の積雪期間の評価, 東北地域災害研究, 投稿中.