

GCM 出力の解像度が積雪水量推定に及ぼす効果

Effect of the Resolution of GCM Output on the Snow Water Equivalent Estimation

○田中賢治・松井佑介・田中茂信・浜口俊雄

○Kenji TANAKA, Yusuke MATSUI, Shigenobu TANAKA, Toshio HAMAGUCHI

Various kinds of GCM output are provided in the SOUSEI program. Comparing from 20km model, 60km GCM has many number of ensemble members. Although 60km is relatively high resolution in GCMs, complex topography in Japan region is not well resolved. As the evaluation of snow water amount is crucial for assessing the impact of climate change on water resources, effect of the resolution of GCM output on the snow water equivalent estimation is investigated by the land surface model's output driven by original (20km) resolution and up-scaled (60km) resolution. Annual maximum SWE ratio by 60km-scale analysis and 20km-scale analysis is explained by winter season's precipitation, standard deviation of sub-grid scale elevation, and precipitation weighted average winter season's temperature from multiple regression analysis with determination coefficient of 0.87 for middle (300-800m) elevation zone.

1. はじめに

日本の積雪地域では、「天然のダム」と言われているように、雪は貴重な水資源となっており、灌漑用水、生活用水または発電用水等の重要な供給源とされている。温暖化等の気候変動に伴う降雪量・積雪量の減少や融雪時期の早期化は、下流域の灌漑用水に大きな影響を及ぼすことが懸念されており、水資源分野においては、特に積雪水量の将来予測が重要視されている。

気候変動リスク情報創生プログラムでは、気象庁で開発された気候モデルを用いた温暖化予測や気候変動に伴う影響の評価に関する研究が幅広い分野にわたって行われている。データ提供されている気候モデルには、MRI-AGCM3.2H(60km)、MRI-AGCM3.2S(20km)、NHRCM(5km)といった様々な解像度のモデルがあり、解像度 20km、5km のモデルは計算コストが高く、アンサンブル数は少ないが、60km の GCM は複数の RCP シナリオ、積雲対流スキーム、海面温度条件、初期値を組み合わせた多くのアンサンブル数がある。

将来予測の不確実性を考慮すると、温暖化影響評価には多くのアンサンブル情報を持つ 60kmGCM を活かした解析が有効である。60km という解像度は世界の他機関の GCM に比べてかなり高解像度ではあるが、日本のような起伏が激しい地域においては、地形を十分に考慮できてい

ない。そこで、60kmGCM のアンサンブル情報の有効活用を目的として、粗い解像度の GCM 出力を用いることにより、どのような情報が失われてしまうのか、それにより、陸面過程解析による積雪水量の算定結果にどのような影響を与えるのかについて詳細に検討する。

2. 手法

MRI-AGCM3.2S から出力される気象強制力 7 要素（気温、比湿、降水量、下向き短波放射、下向き長波放射、大気圧、風速）を 60km スケール（3×3）にアップスケーリングし、20km 解像度の陸面過程モデル SiBUC に入力した時に算定される年最大 9 メッシュ平均積雪水量が、元の 20km スケール情報を入力した算定結果とどのような差が生じるのか、またどのような 9 メッシュで差が生じるのかを分析する。降水の気温による相変化（雨か雪か）は積雪水量算定に大きく影響するため、特に、9 メッシュ内の標高の分散や絶対値、また 60km スケールにアップスケーリングした後の情報に着目して分析する。20km スケールの入力による解析結果を真値と仮定し、どの情報を用いると 60km スケールの入力による解析結果が真値に近づくのかを分析し、60kmGCM による解析結果の有効な補正方法を検討する。解析期間は現在気候下（1979~2003 年）、対象領域は日本全域とする。

3. 結果と考察

Fig.1 に年最大積雪水量の 60km スケール解析結果と 20km スケール解析結果の比の空間分布図を示す。本州においては全体的に小さく評価されている。海岸沿いで過小評価されているのは、9 メッシュ間に海と陸が混在しており、60km スケールにアップスケーリングする際に、海の温かい気温を考慮してしまうため、雪が降らなくなってしまうと考えられる。Fig.2 に 9 メッシュ間の標高の標準偏差の空間分布図を示す。

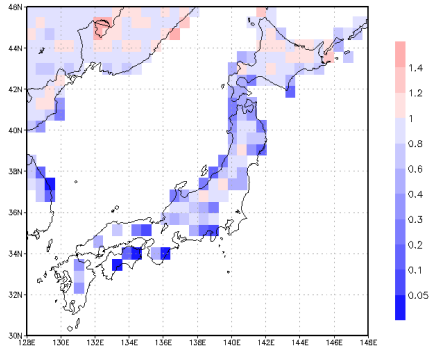


Fig.1 Ratio of annual maximum SWE by 60km-scale analysis to 20km-scale analysis

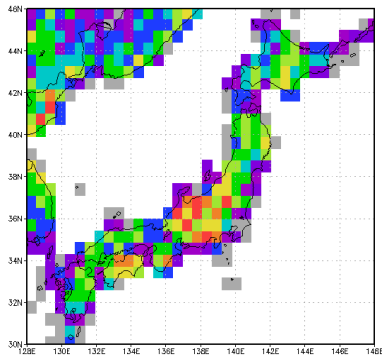


Fig.2 Standard deviation of grid elevation among 9 grids in 60km-grid

20km スケール解析においては、標高のばらつきに応じて雨と雪を降らせているが、アップスケーリングをすると、ばらつきの情報が失われ、雪が雨に変化してしまい、積雪水量が過小評価される場合が多いと考えることができる。標高の標準偏差が大きい 9 メッシュほどそれが起こりやすい。また、降水時の気温も重要な情報であり、降水量が多い時間の気温がより考慮されるように、11~3 月を積雪期とし、積雪期における降水量で重みを付けた平均気温を以下の式で求めた。

$$T_s = \frac{\sum_t T_t * P_t}{\sum_t P_t} \quad (1)$$

ここで、 t は時間単位[hr]、 T_s は降水量重み付き積雪期平均気温[°C]、 T は気温[°C]、 P は降水量[mm]である。Fig.3 に示すように T_s と解析結果の比は負の相関性がある。本来、標高のばらつきに従って気温も分布しており、雨雪を区別することができるが、アップスケーリングの結果、雨雪判別の臨界温度を超えてしまうと過小評価される。 T_s が高い 9 メッシュでは、アップスケーリングによる臨界温度超過の可能性が高くなるため、負の相関性があると考えられる。

標高のばらつきが雨雪変化に作用しやすい 9 メッシュ平均標高が 300~800m の中標高グループにおいて、年最大 9 メッシュ平均積雪水量の 20km 解析結果に対する 60km 解析結果の比を被説明変数、9 メッシュ間標高標準偏差、積雪期降水量、降水量重み付き積雪期平均気温を説明変数にして重回帰分析を行った結果、決定係数は 0.87 となった。各変数の係数と P 値を Table 1 に示す。

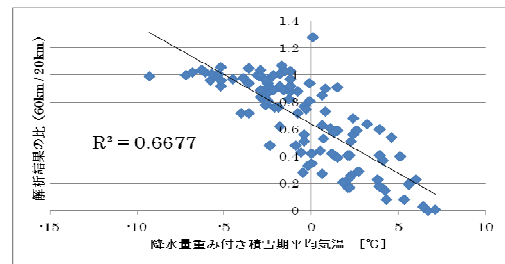


Fig.3 Relationship between precipitation weighted average winter season's temperature and annual maximum SWE ratio(60km/20km)

Table 1 Result of multiple regression analysis

	coefficient	P-value
intercept	0.628797	1.6E-100
Winter season's precipitation[mm]	0.000349	3.92E-38
Standard deviation of grid elevation among 9 grids [m]	-0.00108	2E-28
precipitation weighted average winter season's temperature [°C]	-0.0724	5.8E-141

4. まとめ

標高のばらつきによって雨雪が変化しやすい中標高では、解析結果の比を積雪期降水量、9 メッシュ間標高標準偏差、降水量重み付き積雪期平均気温の情報を用いて、ある程度説明できる。