

GCM 出力の解像度が積雪水量推定に及ぼす効果 (2) Effect of the Resolution of GCM Output on the Snow Water Equivalent Estimation (2)

○松井佑介・田中賢治・田中茂信・浜口俊雄

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

In snowy regions of Japan, water from snowmelt can be used as irrigation water. Various kinds of GCM output are provided in the SOUSEI program. Compared with 20km GCM, 60km GCM has many number of ensemble members. Although 60km is relatively high resolution in GCMs, complex topography in Japan region is not well represented. 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 is investigated by the land surface model's output driven by original (20km or 5km) 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 0.92 for 300-600m elevation zone.

1. はじめに

日本の積雪地域では、春先の融雪水は貴重な水資源となっており、特に灌漑用水の貴重な供給源となっている。そのため、温暖化等の気候変動に伴う降雪、積雪量の減少や融雪時期の早期化は、下流域の農業用水の利用に大きな影響を及ぼす可能性がある。

気候変動リスク情報創生プログラムで提供されている気候モデルには、60km、20km、5km といった様々な解像度のモデルがある。多くのアンサンブル数を有する 60kmGCM 出力を有効活用し、水資源量の将来予測における不確実性の幅を定量化することが求められている。解像度 60km は世界の他機関の GCM に比べ、かなり高解像度ではあるが、日本のように起伏に富んだ地形を持つ地域では、地形の影響を十分に考慮できるとは言い難い (図 1)。本研究では、60kmGCM のアンサンブル情報の活用に向け、相対的に粗い解像度の GCM 出力を用いることが、陸面過程解析による積雪水量の算定に及ぼす影響を詳細に検討する。

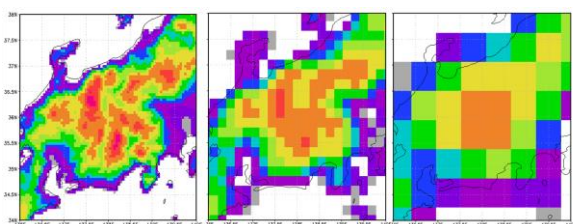


図 1 日本の山岳地域における標高データ[m]

2. 手法

(1) 20km と 60km

20km 解像度の 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) にアップスケールする。元の 20km スケールの情報と 60km にアップスケールされた情報を陸面過程モデルに入力し、算定される積雪水量の相違とその要因を分析する。積雪水量推定は降水時の気温による相変化に大きく影響を受けるため、特に 9 メッシュ内の標高の絶対値や分散、また 60km スケールの気象値に着目する。本研究では、20km スケール情報の入力による解析結果を真値と見なし、60kmGCM による解析結果の有効な補正方法を検討する。比較するのは年最大 9 メッシュ平均積雪水量 (以下 SWE_{max}) で、9 メッシュに包蔵される積雪水量が年最大となる時の 9 メッシュ平均値である (図 2)。

解析期間は現在気候下 (1979~2003 年)、対象領域は日本全域とし、20km 解像度で SiBUC による陸面過程解析を実施する。 SWE_{max} が 10mm 以上のところのみを対象に分析する。

(2) 5km と 60km

5km 解像度の NHRCM から出力される気象強制力 7 要素を 60km スケールにアップスケールする。60kmGCM のメッシュは緯度経度を一定間隔で分割しているが、NHRCM では図法が異なるメ

ッシュが不規則な緯度経度で並んでいる。5kmNHRCM 出力値を 60km スケールにアップスケールする際は、60km メッシュに含まれる 5kmNHRCM メッシュの出力値の平均値をとる。以降は 20km と 60km の比較と同様の流れである。

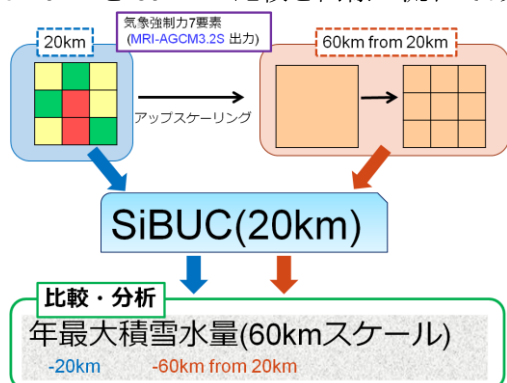


図2 解析の流れ (20km と 60km)

3. 結果と考察

5km と 60km の比較は発表当日に述べる。

図3は SWE_{max} の 20km 解析結果に対する 60km 解析結果の比（以下 R ）の空間分布図であり、全体的に 60km 解析結果の方が小さく推定されている。アップスケールにより、出力値が平滑化された結果、雪と雨を区別できず、積雪水量が過小評価される場合が多いと考えられる。

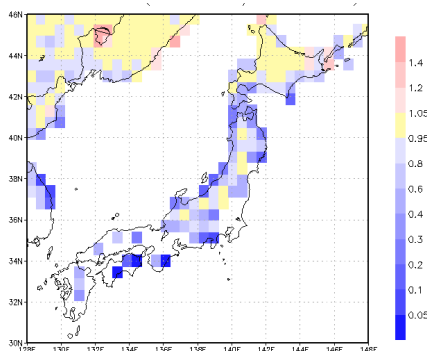


図3 R の空間分布

9メッシュ平均標高が300m~600mのグループは、標高のばらつきがアップスケール後の雨雪変化に作用しやすい。 R を目的変数、冬期降水量[mm]（以下 P_w ）、9メッシュ間標高標準偏差（以下 σ_z ）、降水量重み付き冬季平均気温[°C]（以下 T_{pw} ）を説明変数に選択し、各説明変数を正規化したのち、重回帰分析を行った。その結果、決定係数は0.92と非常に高い値を示した。

表1に将来気候（2075~2099年）の解析における重回帰分析結果と現在気候での重回帰分析結果を示す。切片と各変数の係数は同様の値となったが、将来気候では決定係数が小さくなった。これは、説明変数の選択は適当であるが、気温に対す

る感度の高い標高帯が現在気候と将来気候で変化するためであると考えられる。補正方法の将来気候への適用性を考えると、温度ベースでのグループ分けを行い、補正方法を検討する必要がある。

表1 現在・将来気候における重回帰分析結果

係数	現在気候	将来気候
切片	0.584	0.555
P'_w	0.0559	0.0722
σ'_z	-0.0982	-0.102
T'_{pw}	-0.274	-0.236
決定係数	0.92	0.71

60kmGCM 出力において、冬期降水量がとり得る値であれば補正を行う意味があるが、地域性が表現されず 20kmGCM 出力値と大きな差がある場合、補正の有無によらず 60km 解析の評価は適切ではない。その場合は、単に 60kmGCM アンサンブル解析から得る SWE_{max} の幅の情報を活用した評価をする。これについては、創生プログラムで提供されている d4PDF の 60km アンサンブルメンバーから得られる冬季降水量の頻度分布を利用し、検討を行う。富山付近のグリッドにおいて、80メンバー×4年（1979~1982年）分の冬季降水量を用いて頻度分布を作成し、20kmGCM から得る冬季降水量と比較した（図4）。このように 60kmGCM がとり得る冬季降水量が 20kmGCM 出力値と比べ非常に小さい場合がある。

富山80メンバー×4年(赤:60km, 青20km)

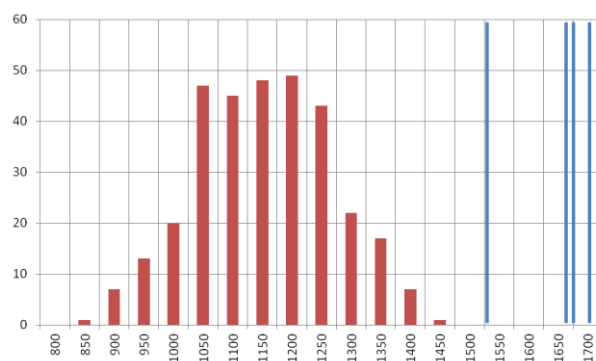


図4 冬季降水量比較(縦軸:頻度, 横軸:冬季降水量[mm])

4. まとめ

60km 解析結果は 20km 解析結果に比べ、全体的に小さく評価されることがわかった。9メッシュの平均標高が300m~600mのグループにおいては、 P_w 、 σ_z 、 T_{pw} を用いて、 R を概ね説明できた。

将来気候解析への適用性を考慮すると標高ではなく温度ベースのグループ分けを行い、補正方法を検討するべきである。