

d4PDF を用いた気候変動の積雪水資源量への影響評価
Impact Assessment of Climate Change on Snow Water Resources in Japan Using “d4PDF”

○松井佑介・田中茂信・田中賢治

○Yusuke MATSUI, Shigenobu TANAKA, Kenji TANAKA

In snowy regions of Japan, water from snowmelt has been used as irrigation water. Various kinds of GCM output are provided in the SOUSEI program. Compared with 5kmRCM and 20kmGCM, there are many ensemble members in 60kmGCM. “d4PDF” is a database which has large ensemble of climate simulations with 60kmGCM and 20kmRCM. Although 60km is relatively high resolution in GCMs, complex topography in Japan region is represented still not enough. As the evaluation of snow water is crucial for assessing the impact of climate change on water resources, estimation method of annual maximum SWE and time distribution of SWE on dam catchment area is investigated by using 60kmGCM, 5kmRCM. The histogram of annual maximum SWE (5km scale) is obtained from 60kmGCM ensemble members using 5kmRCM output and the relationship between annual maximum SWE calculated by SiBUC and climatic factor.

1. はじめに

日本の山岳域において、積雪は「天然のダム」と言われているように、春先の融雪水は、特に灌漑用水の重要な供給源となっている。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。そのため、積雪水資源量の空間・時間分布の将来評価が必要とされている。

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。2015年に公開された d4PDF は、多数のアンサンブル（最大 100 メンバ）を活用することで、気候変動による影響について確度の高い結論を導くことを可能とした。

解像度 60km は他機関の GCM と比較すると、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。

本研究では、d4PDF や 5kmRCM 等の創生プログラムで提供される気候モデルを用いて、ダム集水域単位で将来の積雪水量及びその不確実性を評価する方法について検討する。検討点を

以下に示す。

1. 気候因子を用いた年最大積雪水量の推定法
水循環評価には陸面過程モデルを使用したいが、大量アンサンブルの陸面計算は負荷が大きい。そこで、5kmRCM 出力を入力した陸面過程計算から得られる気候因子（降水量、気温）と年最大積雪水量の関係を用いて、年最大積雪水量を推定する方法を検討する（以下検討 1）。
2. 60kmGCM 出力値の 5km スケールへのダウンスケーリング法
3. 積雪水量の時間分布の推定

ダム集水域単位で積雪水資源量を評価するためには、積雪水量の時間分布情報が必要となる。5km グリッド単位、ダム集水域単位でそれぞれ積雪水量の時間分布推定法を検討する（以下検討 3）。

2. 検討結果

検討 1

5kmRCM 出力値を入力値とした陸面過程計算結果を用いて推定式を作成する。本研究では陸面過程モデル SiBUC を使用した。推定式は 60km グリッド毎に作成する。現在気候、将来気候下において、SiBUC で算定された年最大積雪水量を

目的変数，冬期降水量（以下 P_w ），冬期平均気温（以下 T_w ）を説明変数とし，重回帰分析より推定式を決定する。

サンプルの抽出条件を年最大積雪水量が 10mm 以上のグリッドとした．例として黒部付近のグリッドの重回帰分析結果を示す（表 1）．

表 1 黒部グリッドにおける重回帰分析結果

	決定係数	P_w 係数	T_w 係数	切片
黒部	0.93	0.65	-116	-374

検討 2

d4PDF の 60kmGCM から得る気候因子 (P_{w60} , T_{w60}) に 5kmRCM から得る情報を付加し，5km スケールの P_{w5} , T_{w5} を推定する．

a) 60km 平均場の出力値の違いの補正

5kmRCM 出力値と 60kmGCM 出力値が本質的に異なる場合がある．黒部グリッドの例を図 1 に示す．補正前後で平均値が 5kmRCM 出力平均値に一致し，変動係数が保存されるように 60kmGCM 出力値を補正する． T_w についても同様に補正する．

b) 5kmRCM の空間パターン情報の付加

5kmRCM 出力値を用いて 18 年平均 P_w 及び T_w を求める．それらの 60km 平均値からのずれ (P_w : 比, T_w : 差) を計算し，その空間パターン情報を a) で補正した気候因子， $\text{mod}P_{w60}$, $\text{mod}T_{w60}$ に付加する．

a), b) より P_{w5} , T_{w5} を 24 年 × 100 メンバー得る．

3. 年最大積雪水量（5 km）の頻度分布

検討 1, 2 より，5km グリッド単位で年最大積雪水量の頻度分布が作成できる．流れを以下に述べる．

- ・検討 2 で得た T_{w5} を 0.5°C ， P_{w5} を 50mm で区切り，各区画の 2 次元頻度を求める．
- ・検討 1 で決定した推定式より各区画の年最大積雪水量を計算する．
- ・計算された年最大積雪水量を 50mm で区切り，2 次元頻度を足し合わせることで，年最大積雪水量の頻度分布を作成する．

図 2 に黒部グリッドの年最大積雪水量の頻度分布を示す．5kmRCM の情報を付加することで，山地のグリッドの年最大積雪水量の頻度分布を得ることができた．

4. まとめと課題

d4PDF の 60kmGCM アンサンブルメンバー出力値に 5kmRCM の情報を付加することで，5km グリッド毎で年最大積雪水量の頻度分布を作成した．

ダム集水域単位で年最大積雪水量の頻度分布を得るためには，積雪水量の年最大値だけでなく時間分布が必要である．検討 3 は継続中である．

謝辞

本研究は文部科学省委託事業気候変動リスク情報創生プログラム「課題対応型の精密な影響評価」のもとで行われた．記して感謝の意を表する．

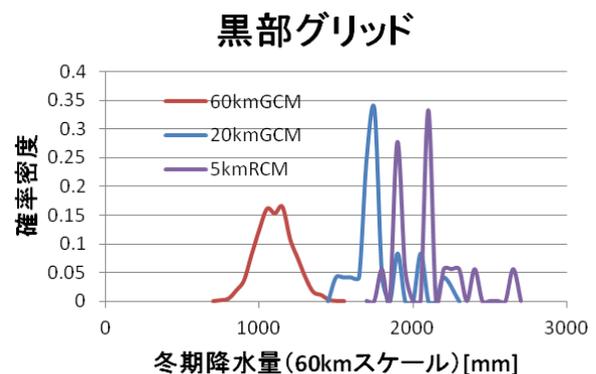


図 1 60km 平均場の冬期降水量比較

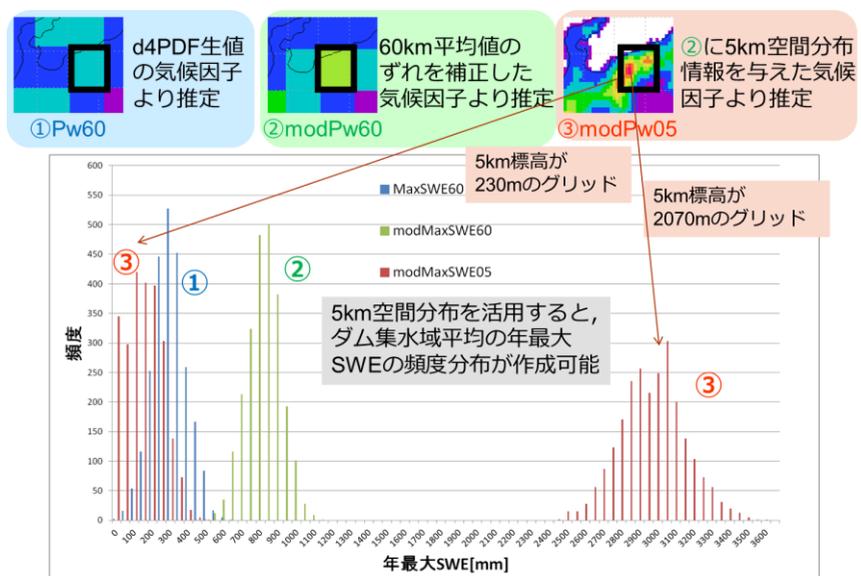


図 2 年最大積雪水量の頻度分布