

## CMIP6 気候モデルによる日本域の積雪水当量に対する気候変動影響評価 Impact assessment of climate change on snow water equivalent in Japan using CMIP6 climate models

○高田亜沙里\* 吉田武郎\* 工藤亮治\*\*

Asari Takada\*, Takeo Yoshida\*, Ryoji Kudo\*\*

1. はじめに 気候変動についての研究が進み、日本域の水資源に及ぼす影響のメカニズムや不確実性がより詳細に理解され、その特徴が地域毎に異なることも明らかとなってきた。日本では農業用水の約 9 割の水源が河川水に依存しており、農業水利用と水資源が互いに制限を受けながら、古くから水利用に関するルールが発展してきた。Kudo et al. (2017a) は、日本全域を対象とした水循環モデルによる解析から、気候変動下では、東北や北陸の暖地積雪地域の積雪量が減少することにより、代かき期（5月）と出穂期（8月）の渇水流量が減少することを示した。このような気候変動下における積雪・融雪の変化により、農業水利用と水資源のバランスが崩れ、渇水リスクが高まる地域が現れる可能性がある。そこで本研究では、第 6 期結合モデル相互比較プロジェクト (CMIP6) の複数の気候モデルを用いて、気候変動が日本の各地域の積雪水当量に及ぼす影響を評価した。

2. CMIP6 気候変動シナリオの整備 CMIP6 には、第 5 期 (CMIP5) で用いられた温室効果ガス排出シナリオ (代表的濃度経路: Representative Concentration Pathways, RCP) と、社会経済シナリオである共通社会経済経路 (Shared Socioeconomic Pathways, SSP) を組み合わせた気候モデル実験が含まれている。ここでは、CMIP6 の多くの気候モデルの予測幅を捉えることが可能な 5 つの全球気候モデル (MIROC6, MRI-ESM2-0, ACCESS-CM2, IPSL-CM6A-LR, MPI-ESM1-2-HR) について、historical (1980~2014 年), SSP1-RCP2.6, SSP2-RCP4.5, SSP3-RCP7.0, SSP5-RCP8.5 シナリオ (2015~2100 年) のデータを入手した。収集した気象要素は、日単位の最高/最低/平均気温、降水量、風速、相対湿度、短波放射量である。表 1 のように、1 シナリオあたり最低でも 17 という多数のアンサンブルメンバーで評価できることが特徴である。各気候シナリオにおける気象予測値は、逆距離内挿法により 1 km メッシュ化した。また、1980~2014 年, 2015~2050 年, 2040~2075 年, 2065~2100 年の 4 期間で、各メッシュの気候値に基づき、CDF マッピング法で月毎にバイアス補正を行った。その際、降水量と風速についてはガンマ分布を、気温、短波放射、相対湿度は正規分布を仮定した。

表 1 各気候モデルのアンサンブルメンバー数

気候モデル名	アンサンブルメンバー数*
MIROC6	5, 3, 3, 3, 3
MRI-ESM2-0	5, 5, 5, 5, 5
ACCESS-CM2	3, 3, 3, 3, 3
IPSL-CM6A-LR	5, 4, 5, 5, 4
MPI-ESM1-2-HR	5, 2, 2, 5, 2

\*historical, SSP1-RCP2.6, SSP2-RCP4.5, SSP3-RCP7.0, SSP5-RCP8.5 の順に示す。

\*農研機構 農村工学研究部門 \*\*岡山大学大学院環境生命科学研究科

キーワード: 気候変動, 積雪, 農業水利用, 渇水

3. 地域別の積雪水当量の変化 補正後の気象予測値を分布型水循環モデルに入力し、季別の累積降水量，年蒸発散量，4月の冠雪域における積雪水当量（4月積雪量）の領域平均を計算した。2015～2050年には，どの地域でも，4月積雪量に明確な変化傾向が見られず，気候シナリオ間のばらつきも小さかった。2040～2075年には，北海道，東北，信越では変化が見られなかったが，関東と西日本で4月積雪量が減少しており，気候シナリオ間での違いが明確だった。ここでは，東日本の4地域（北海道，東北，信越，関東；図1）と西日本の4地域（関西，中国，四国，九州；図2）に分けて，2065～2100年の結果を示す。

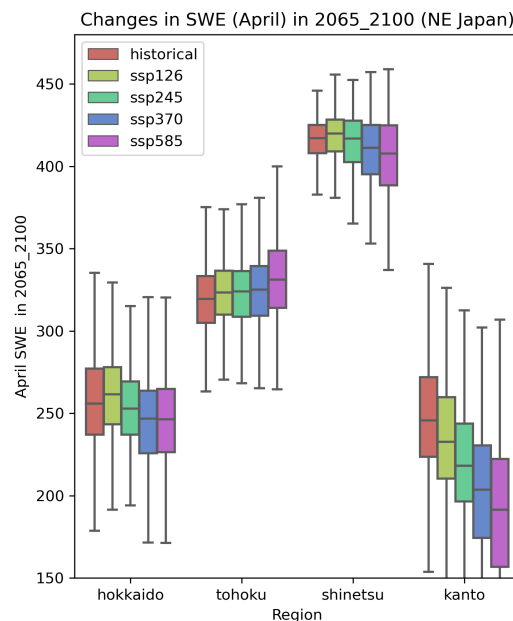


図1 東日本における4月の積雪水当量の将来変化（2065～2100年）

東日本では，関東の historical と SSP5-RCP8.5 シナリオにおける中央値の差が約 50 mm で，他の地域に比べて顕著な減少が確認された。また，信越では historical, SSP1-RCP2.6, SSP2-RCP4.5, SSP3-RCP7.0, SSP5-RCP8.5 シナリオの順で予測幅の広がりが見られた。これは，温暖化が進行すると，信越における冠雪域の冬季平均気温が，積雪・融雪に関わる気温の閾値付近で推移することで，4月積雪量の年変動の幅が拡大したことによると考えられる（Kudo et al., 2017b）。一方で，北海道と東北では，標高が高い地域に残された積雪への影響は限定的だった。西日本では，気候シナリオ間で明瞭な違いがあり，高排出シナリオほど4月積雪量の中央値が減少した。ただし，中国では低排出シナリオ（SSP1-RCP2.6, SSP2-RCP4.5）の最大値が historical を上回るとともに，最小値が0になっている。

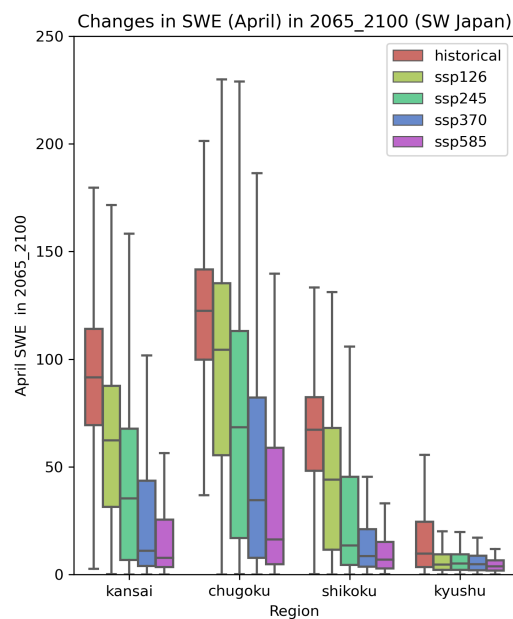


図2 西日本における4月の積雪水当量の将来変化（2065～2100年）

このような1～2℃の気温上昇時における4月積雪量の極端な変動は，Kudo et al. (2017b) が示した結果と整合する。

4. おわりに 本報では，CMIP6の複数の気候モデルを用いて，気候変動下における積雪水当量の変化を地域別に評価した。4月の冠雪域における積雪水当量は，積雪・融雪に関わる気温の閾値付近で，年変動の幅が拡大することが確認できた。今後は，冠雪域の面積に関する検討や，気候モデルやアンサンブル間での予測値の違いを分析するとともに，農業水利用に対する渇水リスク評価を進めていく。

謝辞 本研究は，環境研究総合推進費（JPMEERF20S11814），文科省・気候変動予測先端研究プログラム（JPMXD0722678534），JSPS 科研費（21K20606；22K14966）の助成を受けた。記して謝意を表す。

参考文献 Kudo et al., HRL, 11(1), 31-36, 2017a.; Kudo et al., J. Hydrol., 548, 196-207, 2017b.