

SSP シナリオに基づく気候変動が豪雪地帯のダム流入量と利水運用に及ぼす影響

日本大学大学院工学研究科 学生会員 ○神戸 智志
日本大学工学部 正会員 朝岡 良浩

1. はじめに

日本の国土の 50%が豪雪地帯に指定されている。豪雪地帯とは、積雪により住民の生活が阻害されている多雪地帯のことである。しかし、積雪域において、山岳域の融雪出水は灌漑用水や生活用水等、生活基盤となり、我が国に恩恵をもたらす水資源といえる。しかしながら、気候変動に伴う水循環の変化が水資源に影響を与える可能性が示唆されており¹⁾、水資源を融雪出水に依存する地域では現在や将来の河川流量の推計が重要である。

本研究は豪雪域に位置する大川ダム集水域を対象として、IPCC AR6 に採用された SSP シナリオ²⁾を用いて、気候変動が大川ダム流入量に与える影響の評価を目的とする。

2. 対象地域及びデータセット

対象地域は群馬県、新潟県、福島県にまたがる阿賀野川流域の上流部に位置する大川ダム集水域(図 1)である。大川ダムは洪水調節や灌漑補給が目的の多目的ダムであり、集水面積は約 820km²、標高は 361m から 1848m に位置する。

本研究で使用した標高データは CGIS Japan から、土地利用データは国土数値情報から土地利用細分メッシュを取得し、空間分解能 200m にリサンプリングした。気象データは AMeDAS 会津、田島、那須、桜枝岐、南郷、湯本の気温、降水、風速、積雪深の観測データを用いた。また、積雪・融雪モデルのパラメータ算定に NASA が運用する地球観測衛星 Terra/Aqua に搭載の MODIS センサの積雪プロダクト MOD10A2(空間分解能 500m)を用いた。分布型融雪・流出モデルの精度検証として、水文・水質データベースより田島観測所の河川流量データを取得した。

気候変動下の気温・降水量データは Shiogama et al., (2021)によって空間分解能 1km にダウンスケーリングされた MIROC6 の出力値を用いた。GHG 排出シナリオは SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP5-8.5 とした。

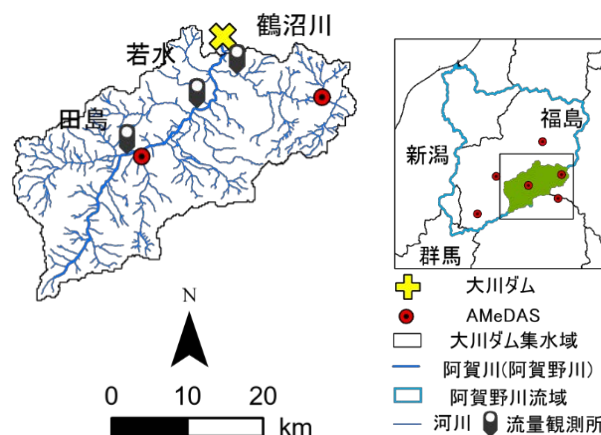


図-1 大川ダム集水域概要

3. 研究手法

本研究は分布型・融雪流出モデルを構築し、対象地域を空間分解能 200m メッシュに分割して、積雪量、融雪量、流出量をメッシュ毎に計算した。

積雪・融雪モデルは朝岡ら(2008)にならい積雪モデルに SWE モデル、融雪モデルに Degree hour 法を用いた。また、降雪量は近藤ら(1995)にならい降雪量の推定式を用いた。融雪モデルと降雪量の推定式に含まれるパラメータは MOD10A2 から得られた積雪面情報と一致率の高い組み合わせを設定した。

流出モデルは河川部と斜面部に分け計算を行った。河川部には Diffusion Wave 法を用いた。斜面部は直接流出と基底流出に分け、直接流出に Kinematic Wave 法、基底流出に貯留関数法を用いた。

本研究は、分布型融雪・流出モデルを用いて、7 種類の数値実験を実施した。まず、現在気候下の計算として AMeDAS の観測値をモデルの入力値とし、1994 年 10 月から 2014 年 5 月の再現計算を行った。次に、2040 年から 2060 年を近未来気候、2080 年から 2100 年を将来気候と設定し、各 SSP シナリオの気温と降水量の将来変化シナリオを delta change 法⁶⁾により 6 種類作成した。これは AMeDAS の観測値と現在気候、近未来気候、将来気候における各 SSP シナリオの GCM 出力値に基づいて気温と降水量の将来変化をシナリオ事として作成する手法である。

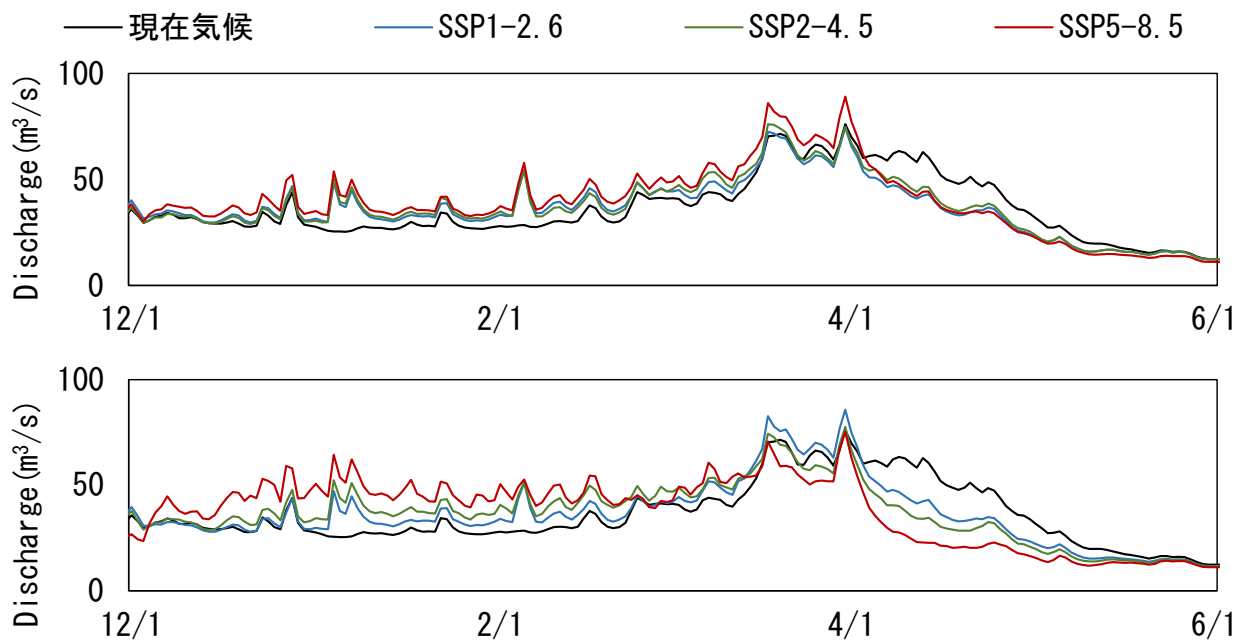


図-2 現在気候と各 SSP シナリオにおける近未来気候(上), 将来気候(下)の大川ダム流入量

4. 結果及び考察

図-2 に対象期間においてアンサンブル平均した現在気候と各 SSP シナリオの近未来気候と将来気候の大川ダム流入量の変化を示す。現在気候において、融雪出水が豊富である3月から5月までのダム流入量の平均は $42.4\text{m}^3/\text{s}$ 、将来気候化における同時期のダム流入量の平均は $37.5\text{m}^3/\text{s}$ となり、特に融雪出水の終息が30日以上早期化する。ただし、SSP シナリオの違いによる明確な影響は確認できない。一方、将来気候下では、現在気候で河川の流量が比較的穏やかである12月から2月までの積雪期に、各 SSP シナリオによる気温上昇の影響で降水形態の変化から、近未来気候よりも顕著な河川の流況変化が生じ、現在気候の融雪期に当たる期間に河川流量が乏しくなる。この流量変化は SSP シナリオの値が大きくなるにつれて顕著になる。以上から、灌漑期において利水への影響が考えられる。特に、将来気候下における SSP5-8.5 のダム流入量は12月から2月の期間で $44.7\text{m}^3/\text{s}$ 、3月から5月の期間では $31.8\text{m}^3/\text{s}$ となった。以上の結果から、推計した気候変動下のダム流入量を用いて、ダムの利水運用による適応策の構築が重要な課題といえる。

5. まとめ

本研究は、分布型融雪・流出モデルと AMeDAS の観測値、MIROC6 による各 SSP シナリオの出力値を用いて阿賀野川上流に位置する大川ダムの流入量を評価した。現在気候は12月から2月のダム流入量が穏やかな一方、3月以降に豊富となる。これに対して、近未来気

候は融雪期間のダム流入量が減少するが、SSP シナリオ間の明確な違いはなかった。将来気候においては SSP5-8.5 で顕著なダム流入量の減少を確認した。今後は本研究の結果を用いて、利水運用に及ぼす影響を評価する。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 (20K04712, 代表: 朝岡良浩) および JSPS 二国間交流事業の支援により実施された。ここに謝意を示す。

参考文献

- 1) 気象庁: 気象庁地球温暖化予測情報 9 巻, 2017.
- 2) O'Neill, B.C. et al.: The scenario model Inter-comparison Project (ScenarioMIP) for CMIP6. Geoscientific Model Development 2016.
- 3) H. Shiogama. et al.: Selecting CMIP6-based future climate scenarios for impact and adaptation studies.SOLA, 17, 57-62, 2021.
- 4) 朝岡ら: 衛星観測に基づく積雪水量の広域推定と融雪係数の地域特性, 水文・水資源学会誌, Vol20, pp.519-529, 2007.
- 5) 近藤ら: 新バケツモデルを用いた流域の土壌水分量, 流出量, 積雪水当量, 及び河川水温の研究, 天気, Vol.42, pp.821-831, 1995.
- 6) Akhtar, M. et al.: The impact of climate change on the water resources of Hindukush-KarakorumHimalaya region under different glacier coverage scenarios, J. Hydrol., 355, 148-163, 2008.