

SSP シナリオを用いた豪雪地帯のダム流入量の推定と利水運用に及ぼす影響

日本大学大学院工学研究科 株式会社パスコ 正会員 ○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地域のことである。一方で積雪域において、山岳域の融雪出水は灌漑用水や生活用水等の生活基盤となり、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気候変動を想定した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。

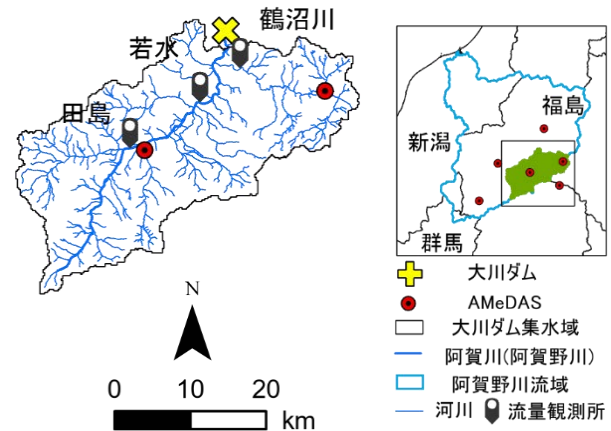


図-1 大川ダム集水域概要

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)にならぬ標高を説明変数とする推定式を用いた。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て計算した。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に作成する手法である。

キーワード 融雪出水, 大川ダム, 分布型融雪・流出モデル, SSP シナリオ, 温暖化影響
 連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部土木工学科 TEL 024-956-8732

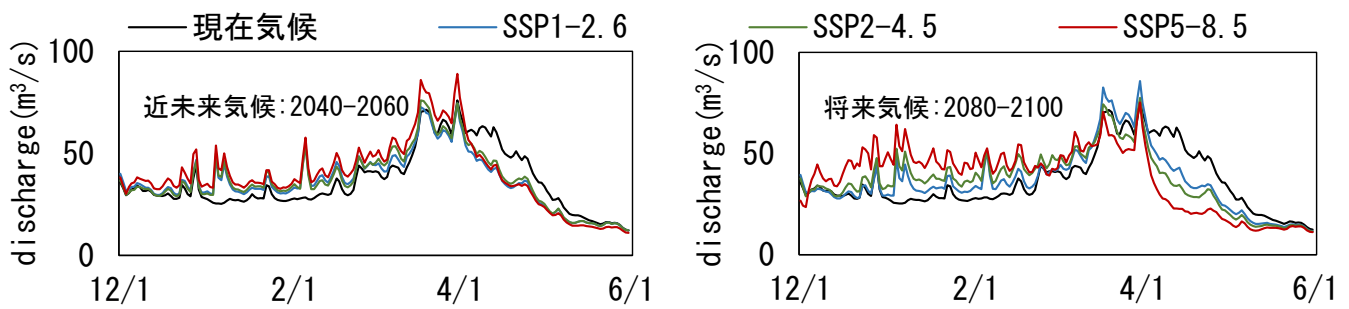


図-2 現在気候と各 SSP シナリオにおける近未来気候(左), 将来気候(右)の大川ダム流入量

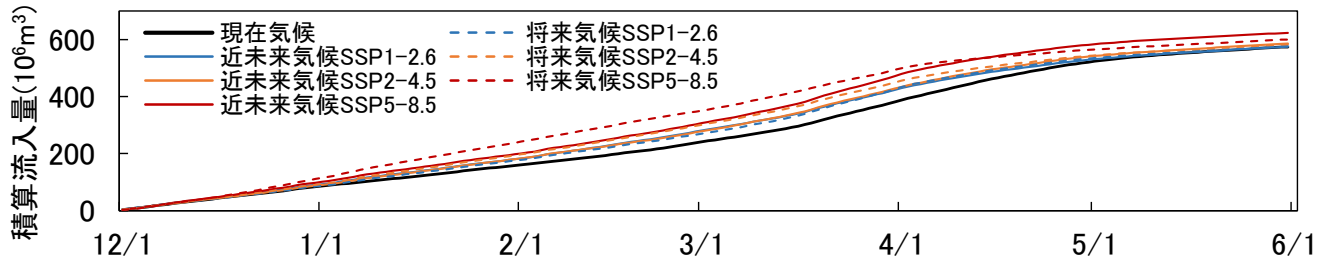


図-3 シナリオ毎における大川ダムへの積算流入量

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、ダム流入量が穏やかな 12 月から 3 月までの流入量は $237.6 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、融雪出水が豊富な 3 月から 6 月までの流入量は $336.8 \times 10^6 \text{ m}^3$ となる。近未来気候は SSP シナリオの違いによる明確な影響は確認できないが、降雪が降雨に変化するため、現在気候に比べ 12 月から 3 月までの流入量が増加し、3 月から 6 月までの流入量が減少する。特に 4 月以降の流入量は現在気候よりも渇水の期間が 1 月以上継続する。一方、将来気候下は 12 月から 6 月を通して、近未来気候に比べ顕著な流況変化が生じる。将来気候下のダム流入量の変化は SSP シナリオの値が大きくなるにつれて顕著になり、将来気候 SSP5-8.5 シナリオでは 12 月から 3 月までの 3 月から 6 月までのダム流入量が $252.9 \times 10^6 \text{ m}^3$ になり、現在気候に比べ流入量が 25%減少する。

図-3 にシナリオ毎におけるアンサンブル平均した大川ダムの積算流入量を示す。大川ダムの有効貯水量は 4470 万 m^3 で、すべてのシナリオにおいて流入量の積算値が 12 月の中旬に有効貯水量に達し、融雪期間は有効貯水量に対して十分な流入量がある。しかし、シナリオ毎の流況の変化から、12 月中旬以降においてダムが満水になるタイミングがシナリオ毎で異なり、降水形態の変化のみならず、降水パターンの変化から 12 月から 6 月までの総流入量に差が生じる。現在気候に比べ他の

シナリオにおいて融雪出水の終息が早期化することにより、5 月以降の灌漑期までに従来通りダムの貯水を維持できない可能性があると考えられ、各シナリオを想定し、ダムの放流量や放流のタイミング等、ダムの運用ルール見直しによる適応策の必要性を確認できる。

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。今後は本研究の結果を用いて多雪年・小雪年を想定した評価に拡張し、大川ダム運用ルールの見直しによる適応策の検討を行う。

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. Shioyama. et al.: Selecting CMIP6-based future climate scenarios for impact and adaptation studies.SOLA, 17, 57-62, 2021.
- 4) 近藤ら: 新バケツモデルを用いた流域の土壤水分量, 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.