

気候モデルを用いたインドネシア国ソロ川流域の利水影響予測

土木研究所 ICHARM 正会員 ○海野 仁 土木研究所 ICHARM 正会員 牛山 朋来
土木研究所 ICHARM Abdul Wahid Mohamed RASMY

1. はじめに

近年世界各地において渇水が頻発し、食糧生産の低下や生活用水の不足などの被害が生じている。さらに、今後予想される人口増に伴う水需要増により、水需給の地域格差の拡大や渇水被害の激化が危惧される。本稿では、インドネシア国ソロ川流域を対象に GCM 出力と WEB-RRI モデル¹⁾を用い、過去気候（1979年11月 - 2002年9月）および将来気候（2075年11月 - 2098年10月）におけるダム流入量、貯水量、放流量、灌漑可能面積を算出し、気候変動がソロ川流域の利水に及ぼす影響について予測した結果を報告する²⁾。

2. 影響予測の方法

ソロ川は流域面積約 16,100 km²、流路延長約 600 km で、インドネシア国のジャワ島最大の河川である（図-1）。ソロ川流域は熱帯モンスーン帯に属し、11月から4月までの雨季と5月から10月までの乾季に分かれる。流域の上流部には Wonogiri（ウォノギリ）ダムが位置する。Wonogiri ダムは、総貯水容量 7.35 億 m³、有効貯水容量 6.15 億 m³を有する洪水調節、灌漑および発電を主目的とする多目的ダムで、下流地域の約 24,492 ha（2010- 2014 年の実績）の農地に灌漑用水を補給している。

気候変動がソロ川流域の利水に及ぼす影響を予測するにあたり、全球気候モデルをダウンスケーリングして気候データを作成した。用いたデータは、20 km 解像度の超高解像度大気大循環モデルである MRI-AGCM3.2S ならびに 60 km 解像度の高解像度大気大循環モデルである MRI-AGCM3.2H のデータである。MRI-AGCM3.2S については温室効果ガス排出シナリオとして、RCP8.5 を対象とした。また、MRI-AGCM3.2H については、温室効果ガス排出シナリオとして、RCP8.5 および RCP2.6 を対象とした。これらのデータについて、力学的ダウンスケーリングとバイアス補正を行い、5km 解像度の気候データを作成した。

次に、気候データをもとに WEB-RRI モデル¹⁾を用いて流出解析を行い、過去気候と将来気候における貯水池流入量を予測した。さらに、貯水池流入量と貯水池からの放流可能量との差分を積分し、貯水量の変化を求めた。放流可能量は、貯水池に貯留があり、放流可能な期間については計画放流量と同量とし、貯留がなく、放流が不可能な期間についてはゼロとした。また、計画放流量は、Wonogiri ダム貯水池運用規則で定められている各月の灌漑用水補給量と下流河川の維持流量との合計値とした。ここで、計画放流量に対する放流可能量の割合を水充足率とし、水充足率に比例して灌漑可能面積が変化すると仮定し、気候変動がソロ川流域の利水に及ぼす影響について予測した。

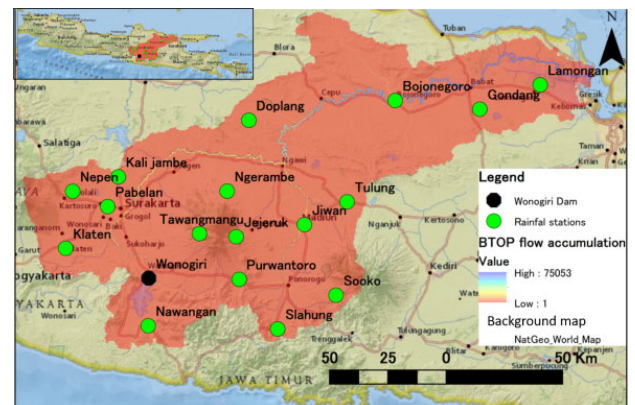


図-1 インドネシア国ソロ川流域

3. 影響予測の結果

過去気候と将来気候における、Wonogiri ダム年平均流入量を比較する（図-2）。3.2S / RCP8.5 および 3.2H / RCP8.5 では将来、Wonogiri ダム上流域の年平均降水量が増加すると見込まれることから、年平均流入量も将来、増加する結果となった。一方、3.2H / RCP2.6 では将来、Wonogiri ダム上流域の年平均降水量が減少すると見込まれることから、年平均流入量も将来、減少する結果となった。3.2H / RCP2.6 のケースで Wonogiri ダム

ム上流域の降水量が減少する理由としては、将来、風の吹き方が変わるため、ジャワ島付近の風の収束が弱まることが考えられる。ジャワ島付近の降水は、ジャワ島の北側からと南側からの風の収束によって雨域が形成されるが、特にインド洋からの南風が弱まるため、ジャワ島南部で降水量が減少するものと考えられる。

Wonogiri ダム下流の灌漑区域では、11月から2月までをⅠ期 (MT1)、3月から6月までをⅡ期 (MT2)、7月から10月をⅢ期 (MT3) とし、年間を通じて水稻を作付している。過去気候、将来気候における年別、期別の水充足率を元に、作付け可能な面積を予測した結果を図-3に示す。

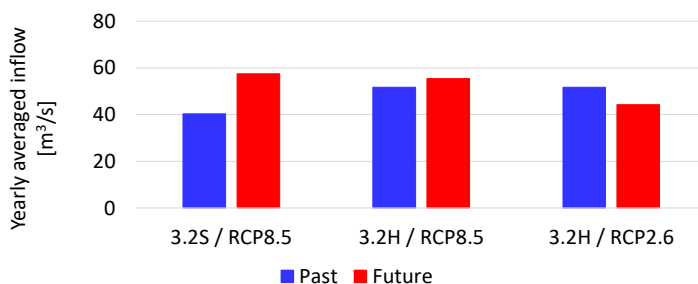


図-2 Wonogiri ダム年平均流入量の比較

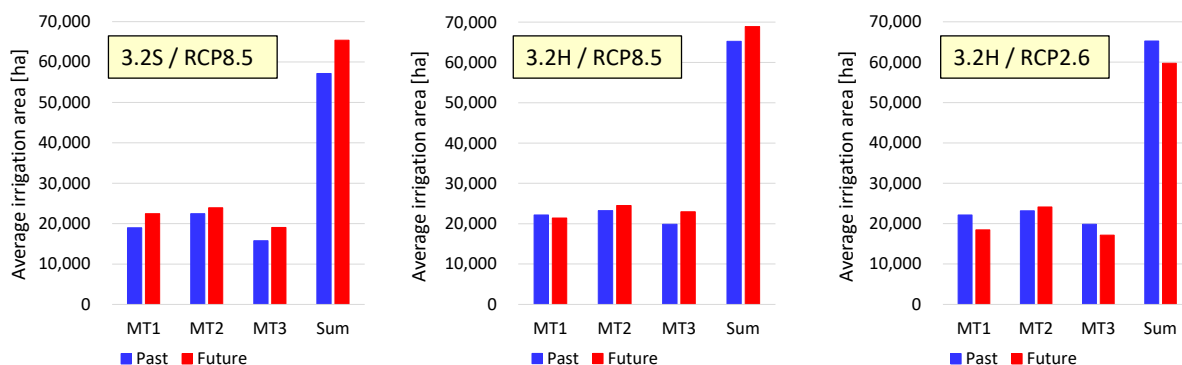


図-3 Wonogiri ダム下流灌漑区域における灌漑可能面積の比較 (Ⅰ期, Ⅱ期, Ⅲ期, 通年)

灌漑可能面積は、過去気候ではⅡ期, Ⅰ期, Ⅲ期の順で広い結果となる。将来気候では、3.2S / RCP8.5 および 3.2H / RCP2.6 のケースで、Ⅱ期, Ⅰ期, Ⅲ期の順で広い結果となる一方、3.2H / RCP8.5 のケースでは、Ⅱ期, Ⅲ期, Ⅰ期の順で広い結果となった。Ⅱ期の作付け可能面積が広い理由は、雨期にダムに貯留した水を十分活用できるためと考えられる。Ⅰ期における作付け可能面積の欠損は、11月、12月に貯水池への流入が十分回復せず、作付けを開始できる面積が限られたことによると考えられる。Ⅲ期における作付け可能面積の欠損は、当該期は元々乾期作であり、Ⅲ期初頭にダムに貯留されている水量に応じて作付面積が抑制された結果と考えられる。将来気候における作付け可能面積の予測値は、3.2S / RCP8.5 および 3.2H / RCP8.5 のケースで過去気候における計算値を上回る一方、3.2H / RCP2.6 のケースでは過去気候における計算値を下回る結果となった。

4. まとめ

インドネシア国ソロ川流域を対象に、気候変動がソロ川流域の利水に及ぼす影響について予測した。解析の結果、3.2S / RCP8.5 および 3.2H / RCP8.5 のケースでは将来、降水量が増加し、灌漑可能面積も増大すると予測された。一方、3.2H / RCP2.6 のケースでは降水量が減少し、灌漑可能面積も減少すると推定された。

謝辞: 本研究は、文部科学省所管「統合的気候モデル高度化研究プログラム」の研究費を活用して進めました。関係各位にお礼申し上げます。また、本研究を進めるに当たり、各種資料を提供下さったインドネシア国公共事業住宅省、同国水公団ならびに中部ジャワ州ソロ川流域管理事務所の関係諸氏にお礼申し上げます。

参考文献

- 1) Mohamed Rasmy, Takahiro Sayama, Toshio Koike: Development of water and energy Budget-based Rainfall-Runoff-Inundation model (WEB-RRI) and its verification in the Kalu and Mundeni River Basins, Sri Lanka. Journal of Hydrology 579 (2019).
- 2) 文部科学省研究開発局: 統合的気候モデル高度化研究プログラム 統合的ハザード予測 令和3年度研究成果集, 2021年3月, pp.210-214.