

大阪大学大学院工学研究科 ○合田昌弘
大阪大学大学院工学研究科 嶋寺光
大阪大学大学院工学研究科 松尾智仁
大阪大学大学院工学研究科 近藤明

1. はじめに

近年、気候変動による洪水・渇水リスクの増大が懸念されている。気候変動影響を評価するために、従来、全球気候モデルによる気候の予測結果をダウンスケーリングし、水文モデルに入力することで水循環を解析する手法が多く用いられてきた。また、近年では気候変動に伴う森林分布の変化が予測されている¹⁾。森林植生は、降雨遮断や地下水涵養など、水循環において重要な役割を果たしている。そのため気候変動は、水循環に対して直接影響を及ぼすだけでなく、植生の変化に伴う間接的な影響をも及ぼすと考えられる。一方で、このような植生の変化を考慮し、水循環に対する気候変動影響の評価を行った研究例は少ない。そこで本研究では、従来の解析手法に加えて動的植生モデルを用い、気候変動に伴う植生の変化を考慮した気候変動影響の評価を行った。また、動的植生モデルを用いない従来手法との比較を行い、植生の変化を考慮することによる効果の評価を行った。

2. 計算方法

本研究では淀川流域を対象地域とした。淀川流域には落葉広葉樹林、常緑広葉樹林、針葉樹林などの多様な森林植生が分布しており、水資源の涵養といった生態系サービスを供給している。対象期間は1971～2000年(現在)、2071～2100年(将来)とし、現在期間と将来期間の計算結果を比較することによって100年間の気候変動影響の評価を行った。

水文モデルとして、Hydrological River Basin Environment Assessment Model (Hydro-BEAM)²⁾を基にした、熱収支モデルと流れ解析モデルで構成される分布型モデルを用いた。熱収支モデルでは気温、降水量、その他の気象条件を入力し浸透、蒸発散、積雪・融雪といった過程を計算する。流れ解析モデルでは水平解像度1kmの各格子で鉛直にA～Dの4層を考慮し、浸透量や蒸発散量を入力することで、河川流出、表面流出などの水文過程を計算する。A層では土地利用に基づいてKinematic Waveモデルまたは複合タンクモデルを適用した。C～D層では線形貯留モデルを適用した。水文モデルに入力する気温と降水量については、気象モデルにおけるメッシュ高度と水文モデルにおけるメッシュ高度に基づいて高度補正を行った。

動的植生モデルとして、Community Land Model 4 (CLM)のCarbon Nitrogen (CN)モデルおよびDynamic Vegetation (DV)モデルで構成されるCLM-CNDV³⁾を用いた。CNモデルでは、植物体における炭素・窒素の分配や枯死といった生化学的過程が解析される。DVモデルでは、CNモデルにより解析された物質収支に基づき、種間の競争や定着などの生物地理的過程が解析される。CLM-CNDVへの入力は、気温、降水量といった気象要素である。植生分布の初期条件を作成するため、850年分の助走計算を行った。また、現在から100年後の将来への植生の遷移を再現するため、現在期間から将来期間まで継続して解析を行った。植生変化による水文過程への影響として、樹種変化などに伴う遮断蒸発量の変化、リター量や土壤炭素量の変化に伴う土壤間隙率の変化を考慮した。

水文モデル・植生モデルに入力する高解像度の気象場を得るため、気象モデルWeather Research and Forecasting model version 3.5.1 (WRF)⁴⁾を用いた。全球気候モデルCommunity Climate System Model 4 (CCSM4)による現況再現結果およびRCP4.5シナリオに基づく将来予測結果をWRFの初期値・境界条件として与え、力学的ダウンスケーリングを行った。計算領域として80km、20km、5km格子の3領域を設定し、one-wayネスティングによってダウンスケーリングを行った。

3. 結果

従来手法の計算結果として、図1に4月の現在、現在から将来への変化量の30年平均の流量分布を、図2に7月の現在、現在から将来への変化量の30年平均の流量分布を示す。図1(b)と図2(b)を比較すると、季節によって流量に対する気候変動の影響が大きく異なっている。

図3に流域西部の桂と北東部の野寺橋における30年平均月流量を示す。1, 2, 3月の流量は桂では減少している一方、野寺橋では増加している。また、桂と比較して野寺橋では4, 5月の流量減少が顕著である。年平均流量は桂では3.7%増加し、野寺橋では5.4%減少した。

このように、流域内においても気候変動の影響には季節性や地域差がある。講演では気候・植生のいずれか一方を変更した結果と気候・植生をともに変更した結果を比較し、気候の影響と植生の影響を分析する。

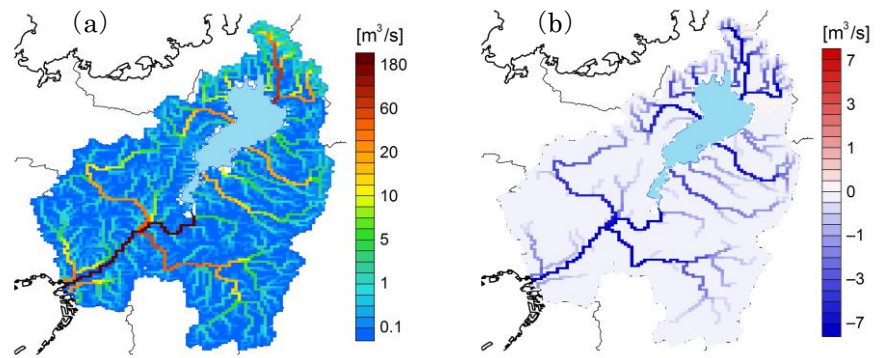


図1 4月の30年平均流量分布 (a) 現在, (b) 現在から将来への変化量

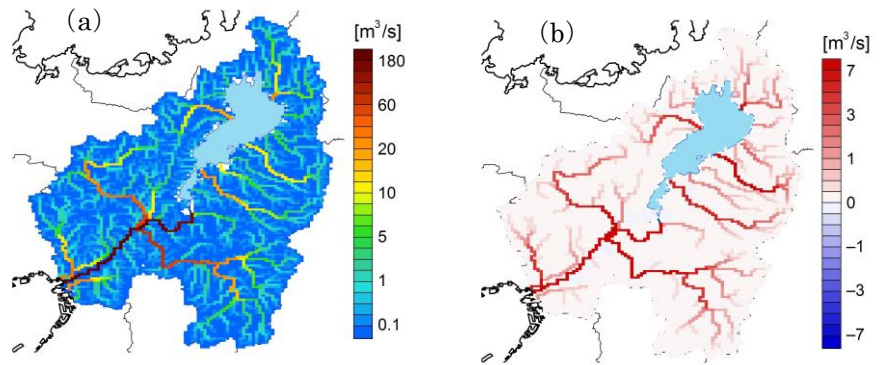


図2 7月の30年平均流量分布 (a) 現在, (b) 現在から将来への変化量

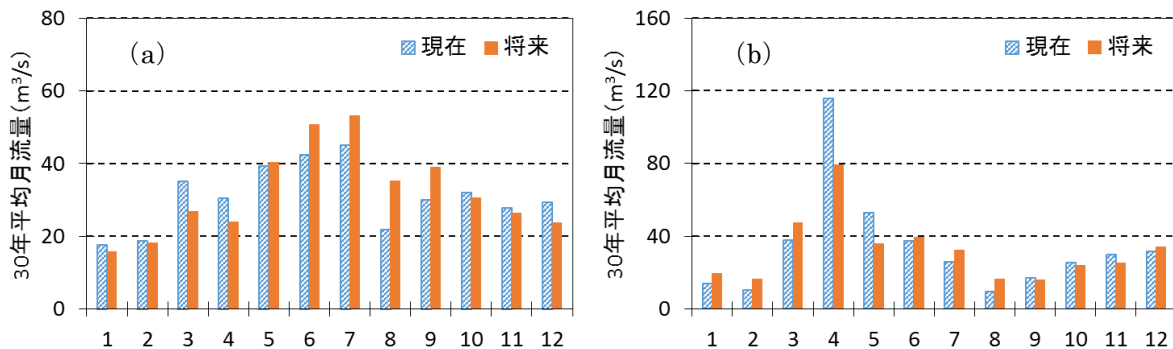


図3 30年平均月流量 (a) 桂, (b) 野寺橋

参考文献

- 1) 例えば Nakao, K. et al., Changes in the potential habitats of 10 dominant evergreen broad-leaved tree species in the Taiwan-Japan archipelago. *Plant Ecology*, 215, 6, 639-650, 2014.
- 2) Kojiri, T. et al., Assessment of global warming impacts on water resources and ecology of a river basin in Japan. *Journal of Hydro-Environment Research*, 1, 164-175, 2008.
- 3) Oleson, K.W. et al., Technical description of version 4.0 of the Community Land Model (CLM), 2010.
- 4) Skamarock, W.C. and Klemp, J.B., A time-split nonhydrostatic atmospheric model for weather research and forecasting applications. *Journal of Computational Physics*, 227, 3465-3485, 2008.

キーワード : Climate change, Hydrological model, Dynamic vegetation model, Meteorological model, River flow