

温暖化と植林がタイ・チャオプラヤ川上流域での流出と蒸発散に及ぼす影響 Effects of afforestation and climate warming on evapotranspiration and river discharge in the upper Chao Phraya River basin

○高田久美子*, 花崎直太*

Kumiko Takata, Naota Hanasaki

1. はじめに

タイ国チャオプラヤ川では、地球温暖化によって河川流量が雨季に大きく増大すると予測されており (Kotsuki et al., 2014)、毎年、雨季后半に繰り返されている洪水被害の増大が懸念されている。加えて、上流の山岳域で森林伐採が進んでおり、最上流域で低水流量の増大傾向との関係が指摘されている (Tebakari et al., 2018)。植林には総流出量やピーク流量の低減・遅延により洪水を緩和する効果がある一方、蒸発散を増加させるため、乾季の渇水増進の懸念もある。

そこで本研究では、陸面水文過程モデルを用いて温暖化と植林による流出と蒸発散への影響を調べ、温暖化時に植林が持つ水セクターでの適応緩和策としての効果を考察した。

2. 対象地域概要

タイは年平均気温が約 28℃、年降水量が約 1500mm で熱帯モンスーン気候に属し、明瞭な雨季 (5 月～10 月) と乾季 (11 月～4 月) が存在する。チャオプラヤ川の流域はタイ国の北部から中部に広がり、全土の面積の約 30% を占める。上流域は標高 2000m 超の山岳域だが、中下流部は標高 30m 以下の平原部で、全体として緩やかな河川である。

3. 研究手法

ここでは、植生を陽に扱っている陸面水文過程モデル MATSIRO (Takata et al., 2003; Nitta et al., 2014) を用い、20 世紀末 (1981-2004 年, Kotsuki et al., 2013) と温暖化時の 21 世紀 (2040-2059 年と 2080-2099 年, Watanabe et al., 2014) の気象シナリオを与え、3 種類の植生分布による数値実験を行なった。一つ目は

現在 (2000 年) の植生分布 (PRS)、二つ目は現在より 20% 耕地面積が少なかった 1970 年の植生分布 (AFR20)、三つめは国土の大部分が自然植生に覆われていた 1950 年の植生分布 (AFR100) である。また、植林による土質変化の影響を考察するために、AFR100 の植林域で表層土壌の透水係数や空隙率を大きくした実験 (SOL100) を行なった。21 世紀の気象データは CMIP5 の 2 つの温暖化シナリオ (RCP4.5 と 8.5) による 3 つ気候モデルの予測結果を用いた。

実験領域はチャオプラヤ川流域で、水平解像度は約 10km である。本研究ではチャオプラヤ川中流域のナコンサワンより上流部を解析対象域とし、19 年間 (1981-1999, 2041-2059, 2081-2099) の月平均値を用いた。PRS の 20 世紀と 21 世紀の差から温暖化の効果を、同じ気象データの PRS と AFR20, AFR100, SOL100 との差から植林の効果を算定した。

Table 1 温暖化による流出と蒸発散の年変化。シナリオの 2050 は 21 世紀半ば、2090 は 21 世紀末、R4 は RCP4.5、R8 は RCP8.5。単位は (mm/yr)。

シナリオ	2050R4	2050R8	2090R4	2090R8
流出	140.1	187.5	214.5	272.2
蒸発散	55.1	42.3	64.8	76.3

4. 結果および考察

PRS での温暖化による年変化量を Table 1 に挙げる。流出量の増加は温暖化のシナリオと時期によって約 140～270mm/年で、蒸発散量の増加は約 55～75mm/年だった。これに

【所属】*国立環境研究所(National Institute for Environmental Studies)

【キーワード】温暖化, 植林, 陸面水文モデル, 影響評価

対し、植林実験では流出増加量が低減し、蒸発散増加量が增強した。ただし、現実的な植林(AFR20-PRS)では効果は限定的で、温暖化による変化に対する植林による変化の相対的な効果は、RCP4.5の21世紀半ばで流出は約4% (Fig. 1)、蒸発散は約10%だった。温暖化がより大きくなるRCP8.5や21世紀末には、この割合はさらに小さくなった。また、植林域を増やしたり(AFR100-PRS)、土質変化まで考慮したり(SOL100-PRS)すると、植林の温暖化に対する効果は数倍程度大きくなった (Fig. 1)。

季節別に見ると (Fig. 2)、雨季には降水が流出と蒸発散の和よりも大きく (Carryover)、乾季にはその逆になっている。Carryoverは植林域と土質変化の考慮に伴って増大した。また、植林による流出増加の低減は雨季に顕著で、蒸発散増加の増大は乾季に顕著だった。従って、乾季に Carryover される水資源は植林によって増大し、その Carryover は蒸発散の増大に繋がることを示唆している。

本研究では、現実的な植林による流出や蒸発散への影響は、温暖化による変化に比べて、相対的に小さい (10%未満) ことが示された。また、これまで植林については洪水低減効果に注目した研究が多かったが、乾季の渇水が問題となる地域では蒸発散増大による水資源の減少にも注目すべきことが示された。

【参考文献】

Kotsuki, S., et al., Hydrol. Res. Lett., 7, 79-84, 2013.
 Kotsuki, S., et al., Hydrol. Res. Lett., 8, 27-32, 2014.
 Nitta, T., et al., J. Clim., 27(9), pp3318-3330, 2014.
 Takata, K., et al., Global and Planetary Change, 38, 209-222, 2003.
 Tebakari et al., 水文水資源学会誌, 31(1), 17-24.
 Watanabe, S., et al., Hydrol. Res. Lett., 8, 33, 2014.

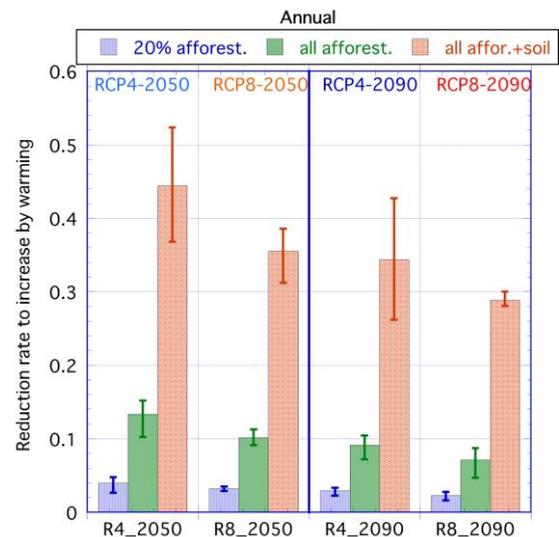


Fig. 1 温暖化時の年流出増加に対する植林による低減率。R4はRCP4.5、R8はRCP8.5、2050は21世紀半ば、2090は21世紀末。

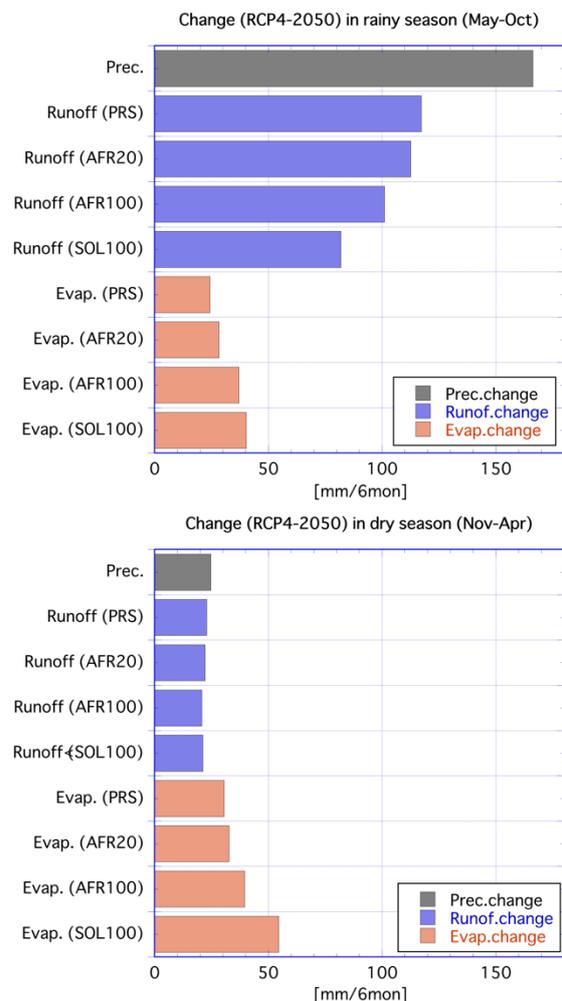


Fig. 2 雨季(上図)と乾季(下図)の現在気候に対するの変化量。単位は(mm/6-month)。降水(黒)、流出(青)、蒸発散(赤)。例としてRCP4.5、21世紀半ばの結果を示した。