

第II部門 灌漑農地を考慮した大気大循環モデル出力に対する河川流量による評価

京都大学大学院工学研究科 学生会員 ○室井航輔 京都大学防災研究所 正会員 萬 和明
 京都大学大学院工学研究科 正会員 立川康人 気象庁気象研究所 非会員 水田 亮

1 はじめに 温暖化による水循環への影響が顕在化しつつある状況で、今後の洪水災害の規模や頻度の変化を適切に予測することが求められている。

地表面付近の水循環をより精度高く推定するには、都市や水体をはじめとする様々な土地利用形態を余すことなく陸面モデルで表現する必要がある。土地利用形態の一つである灌漑農地は、全球規模で考えてもその面積割合は小さくなく、水・熱収支に少なからず影響を与えていると考えられる。

SiBUCを組込んだMRI-AGCMを用いて、灌漑を考慮しなかった場合とした場合の2つの陸面境界条件下で降水量を推定し、観測値と比較したところ、主に北半球で夏季に降水量が増加し、ヨーロッパなどで推定精度が向上することが分かった。そこで本研究では、同じ条件下で河川流量を推定し、観測値と比較して、計算条件によって推定結果がどのように変化するかを調べた。

2 計算条件

2.1 大気大循環モデル 本研究では、格子サイズが60kmで、格子数が東西640格子、南北320格子のMRI-AGCM3.2を用いて計算を行った。境界条件として英国気象庁ハドレーセンターの海面水温・海水観測値を与え、初期値はERA-5を元に作成した。陸面境界条件として、1) 土地利用形態として灌漑農地を考慮していないものと、2) 灌漑農地を考慮しているものを設定した。以後、これらの条件を用いた計算をそれぞれ実験1、実験2と呼ぶ。実験2の灌漑に関して、作付け情報としてSACRA¹⁾を、灌漑面積率としてGMIA²⁾ (Global map of irrigated areas)を使用した。MRI-AGCMの計算期間は1979年7月から2008年12月までである。

2.2 河道流追跡モデル MRI-AGCMの出力結果である流出量から河川流量を求めるために河道流追跡モデル1K-FRM³⁾ (バージョンは1.38である。)を用いた。地形データは、アメリカ地質調査所が提供するHydroSHEDSの標高データと流向データから生成した。流量計算を行う河川として、アジアのチャオプラ

表1 各流域の年間降水量 [km³].

	GPCP	Expt.1	Expt.2
チャオプラヤ川	161	158	147
ライン川	160	169	179

ヤ川とヨーロッパのライン川を選んだ。1K-FRMの計算期間は1981年1月から2008年12月までである。河川流量の解析期間は、観測データの期間の関係から、チャオプラヤ川は1982年1月から1999年12月まで、ライン川は1982年1月から2008年12月までとした。

3 計算結果

3.1 チャオプラヤ川 図1に、チャオプラヤ川 (Khai Chira Prawat 地点) の年間総流量 [km³] の観測値と計算値の箱ひげ図を示す。流量の観測値として、GRDC Data Portal⁴⁾ のデータを用いた。平均値を比較すると、実験1は観測値の92.7%の値、実験2は120%の値と実験1の方が精度が高いと言える。第1四分位点は実験2の方が観測値に近く、第3四分位点は実験1の方が近いことから、実験2の方が過大評価傾向にあることが分かる。

日流量 [m³/s] の観測値と計算値の比較を図2に示す。計算値にはダムの影響が考慮されておらず、観測値と計算値は一致していないが、特にピーク時の流量について、実験2は実験1に比べて極端に過大評価しているのが分かる。これは、表1から分かるように、実験2の降水量は実験1よりも減少しているため、灌漑を考慮することで、土壌が湿潤になり、流出量が増えて河川流量が増加したからであると考えられる。

3.2 ライン川 図3に、ライン川 (Koeln 地点) の年間総流量 [km³] の観測値と計算値の箱ひげ図を示す。平均値を比較すると、実験1は観測値の57.5%の値、実験2は86.6%の値である。値の分布を比較すると、実験1は観測値よりも小さい領域に分布している一方で、実験2の分布領域は観測値の領域と大きくは変わらない。以上のことから、実験2の方が精度が高いと言える。

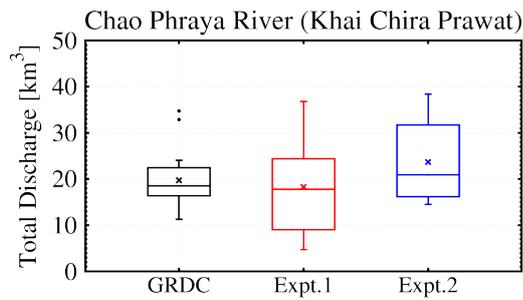


図1 チャオプラヤ川の年間総流量 [km^3] の観測値と計算値の箱ひげ図. ×印は平均値を示す. (左: 観測値, 中央: 実験1の計算値, 右: 実験2の計算値)

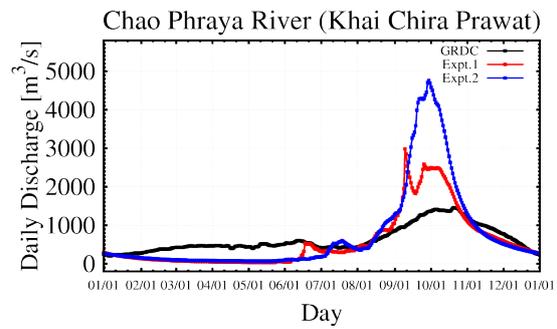


図2 チャオプラヤ川の流量 [m^3/s] の観測値と計算値の比較. (黒色: 観測値, 赤色: 実験1の計算値, 青色: 実験2の計算値)

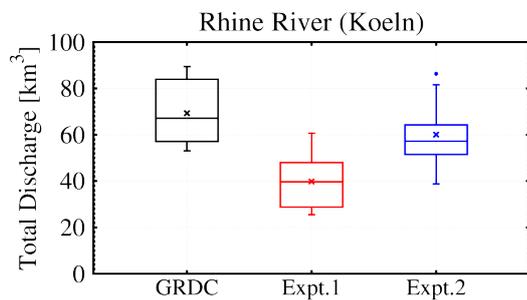


図3 ライン川の年間総流量 [km^3] の観測値と計算値の箱ひげ図. ×印は平均値を示す. (左: 観測値, 中央: 実験1の計算値, 右: 実験2の計算値)

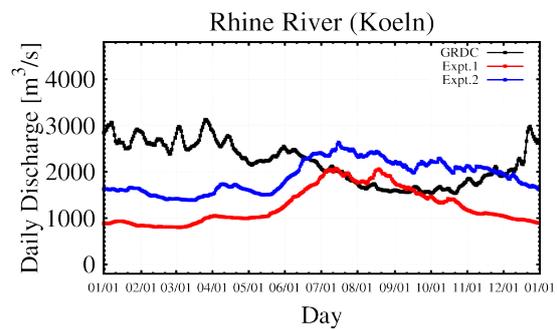


図4 ライン川の流量 [m^3/s] の観測値と計算値の比較. (黒色: 観測値, 赤色: 実験1の計算値, 青色: 実験2の計算値)

日流量 [m^3/s] の観測値と計算値の比較を図4に示す. 計算値にダムの影響が考慮されておらず, 実験1, 2ともに流量のピークの時期が観測値と一致せず, 夏季に過大, 冬季に過小評価しているのが分かる.

4 おわりに 複数の陸面境界条件を大気大循環モデルに設定し, 河川流量の比較を行った. SiBUCで灌漑を考慮することで, チャオプラヤ川の年間総流量の値の分布が過大方向に広がることが分かった. ライン川の年間総流量の分布は観測値と大きくは変わらず, 精度高く推定できることが分かった. 今後, それぞれの流域における蒸発散量, 降水量, 流出量の変化を調べる予定である.

謝辞

本研究は, JST【ムーンショット型研究開発事業】グラント番号【JPMJMS2283】, 文部科学省気候変動予測先端研究プログラム JPMXD0722678534 の支援を受けたものです.

参考文献

- 1) Kotsuki, S. and Tanaka, K.: SACRA - a method for the estimation of global high-resolution crop calendars from a satellite-sensed NDVI, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 19, 4441-4461, 2015.
- 2) Stefan Siebert, Verena Henrich, Karen Frenken and Jacob Burke (2013). Global Map of Irrigation Areas version 5. Rheinische Friedrich-Wilhelms-University, Bonn, Germany / Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy
- 3) 京都大学大学院 工学研究科 社会基盤工学専攻 水文・水資源学分野: 1K-FRM/DHM, <http://hywr.kuciv.kyoto-u.ac.jp/products/1K-DHM/1K-DHM.html>
- 4) GRDC: GRDC Data Portal, <https://portal.grdc.bafg.de/applications/public.html?publicuser=PublicUser#dataDownload/Home>