

陸面スキームの変更が大気大循環モデルによる推定結果に与える影響の分析

京都大学工学部 学生会員 ○室井航輔 京都大学大学院工学研究科 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 序論 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、洪水災害の規模や頻度が今後どのように変化するかを適切に予測することが求められている。

水循環の将来予測には大気大循環モデル (Atmospheric General Circulation Model: AGCM) が用いられることが多いが、それには地表付近の水循環を表現する陸面スキームが組み込まれており、これは大気への水・熱供給という観点から最適化されている。洪水災害を適切に予測するためには、加えて河川流量の観点からも最適化されていることが望ましい。

そこで本研究では、AGCMの陸面スキームを、河川流量の推定においてより高い精度を示す陸面スキームであるSiBUCに差し替えることで、算出される流出量や降水量に与える影響の分析を試みた。

2 モデルの概要

2.1 大気大循環モデルMRI-AGCM3.2の概要 気象研究所が開発しているAGCMがMRI-AGCMである。最新版であるMRI-AGCM3.2¹⁾による現在気候の再現結果や将来予測の推定結果は、地球温暖化予測情報第8巻やd4PDFなどに用いられている。

2.2 陸面スキームMRI-SiBの概要 MRI-AGCM3.2の陸面スキームであるMRI-SiBは、Simple Biosphere model (SiB)をもとにHirai *et al.*²⁾が改良したものである。MRI-SiBはいくつかのバージョンが開発されているが、本研究ではSiB0109を用いた。

SiB0109は大気側から気圧、気温、比湿、風速、降水、短波放射、長波放射などを受け取り、気温、比湿、風速、流出、顕熱、潜熱などを渡している。

2.3 陸面スキームSiBUCの概要 SiBUC³⁾はSiBをベースに、京都大学防災研究所で開発されてきた陸面スキームである。これは陸面スキームの精度向上を目的に、SiBに都市・水体の効果が加えられている。SiBUCでは、それぞれの陸面グリッドを都市、水体、植生地の3つの土地利用に分類し、それぞれの領域でフラックス計算を行う。そして、それらを面積割合で加重平均を取り、合計を大気側へ渡している。

表1 月平均降水量、流出量、蒸発散量の変化(単位:mm)。

	SiB0109	SiBUC	変化量
降水量	60.2	46.9	-13.3
流出量	3.03	14.0	+11.0
蒸発散量	58.2	30.9	-27.3

タイのチャオプラヤ川流域を対象とした先行研究⁴⁾の結果では、SiBUCの方が流出量が多くなると予想される。

2.4 SiB0109とSiBUCの変数の対応 AGCM内の陸面スキームをSiB0109からSiBUCへ変更するにあたり、これらのスキームが出力する変数の対応を調べた。その結果、SiB0109が出力する変数のうち、気温や流出、潜熱、顕熱など多くはSiBUCにも対応する変数が存在したが、境界層モデルに渡される変数についてはSiBUCに対応する変数がないことが分かった。これらの変数に関して、SiB0109のプログラム内にある変数の計算コードをSiBUCに移植することで、SiBUCでも出力できるようにした。

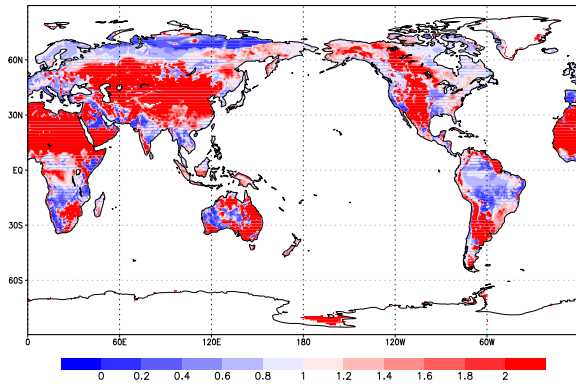
3 計算結果

3.1 計算条件 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。境界条件は英国気象庁ハドレーセンターの海面水温・海水観測値を各緯度で内挿して与えた。初期値はERA-5を元に作成した。計算期間は1979年7月から1988年12月までの約10年間であるが、初期値の影響を考慮し、1981年1月から1988年12月までの8年間の計算結果の平均値を求めて比較を行った。

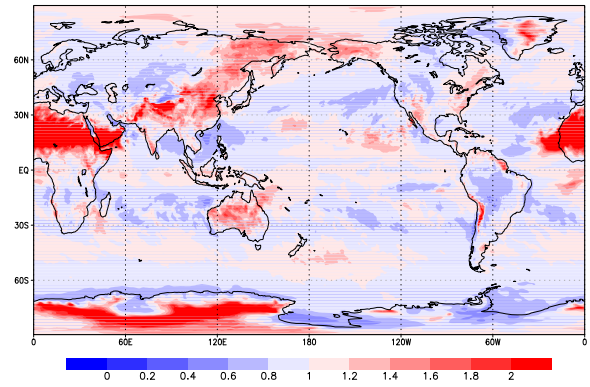
3.2 計算結果 図1に、陸面スキームをSiB0109からSiBUCへ変更したことによる計算結果の変化率(=SiBUCを組込んだ時の計算値/SiB0109を組込んだ時の計算値)の分布を示す。流出量の変化率の分布を示した図が図1(a)で、降水量の変化率の分布を示した図が図1(b)である。陸面スキームを変更することで、多く

キーワード 流出量、気候変動、MRI-AGCM3.2、SiBUC

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂CクラスターC1棟、電話: 075-383-3365

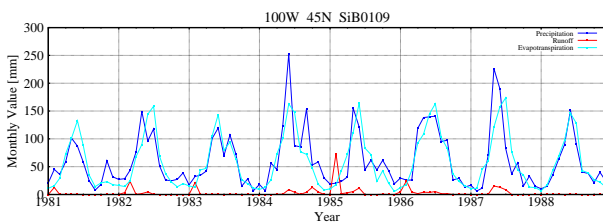


(a) 流出量の変化率.

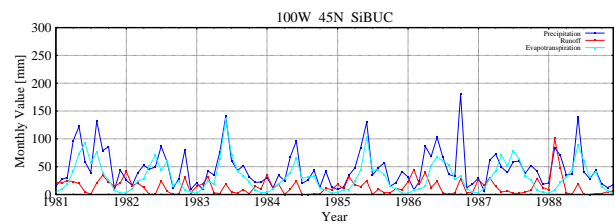


(b) 降水量の変化率.

図1 陸面スキームをSiB0109からSiBUCへ変更したことによる計算結果の変化率.



(a) 陸面スキームがSiB0109の場合.



(b) 陸面スキームがSiBUCの場合.

図2 降水量(青色), 流出量(赤色), 蒸発散量(水色)の時間変化.

の地域で予想通り流出量が増加した。降水量は増加した地域もあるが、減少した地域もある。

流出量や降水量が変化した要因を考察するため、降水量、流出量、蒸発散量の時間変化を調べた。流出量が増加し降水量が減少した地域の一例として、図2に西経100°、北緯45°の領域における各値の時間変化を示す。陸面スキームがSiB0109の場合の図が図2(a)で、SiBUCの場合の図が図2(b)である。また、表1に、それぞれの場合の月平均降水量、流出量、蒸発散量の値とそれらの変化量を示す。これらから、陸面スキームを変更することで、降水量と蒸発散量は減少する一方、流出量は増加することが分かった。これは、水収支の観点から、流出量が増加したため蒸発散量が減少し、その結果降水量が減少したと考えられる。

4 結論 MRI-AGCM3.2の陸面スキームをSiB0109からSiBUCへ変更することで推定される流出量や降水量にどのような影響を与えるかを調べた。流出量、降水量ともに場所によって増加したり減少したりすることが分かった。また、ある領域の降水量、流出量、蒸

発散量の時間変化を調べると、陸面スキームを変更することで流出量の計算結果が変わり、それが降水量の結果に影響を与えることが分かった。

参考文献

- 1) Mizuta, R. and co-authors: Climate simulations using MRI-AGCM3.2 with 20-km grid, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, Vol.90A, pp.233-258, 2012.
- 2) Hirai, M. and co-authors: Development and validation of a new land surface model for JMA's operational global model using the CEOP observation dataset, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, Vol.85A, pp.1-24, 2007.
- 3) Tanaka, K.: Development of the new land surface scheme SiBUC commonly applicable to basin water management and numerical weather prediction model, *Doctoral dissertation*, Kyoto University, 2005.
- 4) Tinumbang, A. F. A. and co-authors: Analysis of runoff characteristics generated by land surface models and their impacts on river discharge, *Journal of Japan Society of Civil Engineers*, Ser. B1 (Hydraulic Engineering), Vol.75, No.2, I.271-I.276, 2019.