

第II部門 大気大循環モデルMRI-AGCM3.2Hにおける土壌パラメータ設定に対する流出量への影響

京都大学工学部 学生会員 ○小島冨斗 京都大学大学院工学研究科 正会員 萬 和明
 京都大学大学院地球環境学堂 正会員 田中智大 京都大学大学院工学研究科 正会員 キムスンミン
 京都大学大学院工学研究科 正会員 市川 温 京都大学大学院工学研究科 正会員 立川康人

1 はじめに 水資源の予測のためには河川流量の推定が必要不可欠である。また、地球温暖化による水循環への影響評価は喫緊の課題となっている。水資源予測のために、大循環モデル(GCM: General Circulation Model)が出力する気候推計情報を、水循環モデルに入力して河川流量が推定されている。

著者らはこれまでに、主に東南アジアを対象として、気象庁気象研究所のGCMであるMRI-AGCM3.2H¹⁾が出力する流出量を用いた河川流量の推定に取り組んできた。しかし、推定される河川流量は観測流量と統計的特徴が一致しない結果となった。その主な原因はGCMによる降雨量の再現性が挙げられるが、降雨量を流出量に変換する陸面過程の再現性にも原因があると考えられる。そこで本稿では、MRI-AGCM3.2Hの土壌パラメータの設定を変更して流出量の推定にどのような影響があるかを分析する。この目的は、GCMが出力する流出量の精度向上可能性を検討することである。

2 土壌パラメータと流出量計算

2.1 浸透計算 MRI-AGCM3.2Hでは陸面過程モデルSiB²⁾が導入されている。SiBでは土層を3層で表現している。土層間の水の移動は以下の式で表される。

$$Q_i = \bar{K}_i \left(2 \frac{\psi_i - \psi_{i+1}}{D_i + D_{i+1}} + 1 \right)$$

$$\bar{K}_i = \frac{D_i K_i + D_{i+1} K_{i+1}}{D_i + D_{i+1}}$$

ここで、 Q_i は*i*層から*i+1*層への浸透量、 \bar{K}_i は*i*層と*i+1*層の間の透水係数、 ψ_i は*i*層の水ポテンシャル、 D_i は*i*層の厚さ、 K_i は*i*層の透水係数である。 ψ_i と K_i は*i*層の含水率 W_i を用いて $\psi_i = \psi_s W_i^{-2B}$ 、 $K_i = K_s W_i^{2B+3}$ と表される。ただし、 ψ_s は飽和水ポテンシャル、 K_s は飽和透水係数、 B は飽和度と水ポテンシャルを関係づけるパラメータである。

2.2 流出計算 表面流出量は、地表面に到達した降水のうち、土壌第1層に浸透できない水分量として計

算される。土壌第1層に浸透できる最大の水分量は飽和透水係数に設定されている。

基底流出量は次式で計算される。

$$Q_3 = \sin \Phi K_s W_3^{2B+3}$$

ここで、 Q_3 は基底流出量、 Φ は地表面の傾きである。

2.3 土壌パラメータの設定 前項まで述べたGCMにおける浸透・流出計算では、いくつかのパラメータを設定する必要がある。すなわち、 ψ_s 、 K_s 、 B 、 Φ であり、これらを本稿では土壌パラメータと呼ぶ。これら土壌パラメータは、土壌の種類に応じて決定されるべき値³⁾である。

オリジナルのMRI-AGCM3.2Hモデルでは、土壌パラメータは土地被覆の種類に応じて決定されている。土地被覆の種類は土壌の種類とは必ずしも対応しないため、土壌の種類に応じて土壌パラメータを設定するようモデルを修正することが検討される。しかし、本稿ではまず、土壌パラメータを異なる設定にした場合に流出量計算にどの程度の影響があるかを分析するため、飽和透水係数を $1.0 \times 10^{-6} \text{ m s}^{-1}$ と小さな値に設定し、その効果を検討した。

3 計算結果と考察 MRI-AGCM3.2Hにおいて、オリジナルの飽和透水係数を設定した場合と、小さな飽和透水係数を設定した場合との2通りの実験を行った。初期値の影響を除去するために、数年分の計算を実施した後の8月の総流出量を図1に示す。同図から赤道周辺域で多くの流出量が推定されていることがわかる。

飽和透水係数を小さく設定して推定した流出量からオリジナルの飽和透水係数を設定して推定した流出量を差し引いた量を示した図が図2である。同図では、寒色が流出量の増加を、暖色が流出量の減少を示している。同図から流出量が増加している地域と減少している地域が混在していることがわかる。

流出量が増減する原因を分析するために、流出量を表面流出量と基底流出量に分離して考察する。まず、

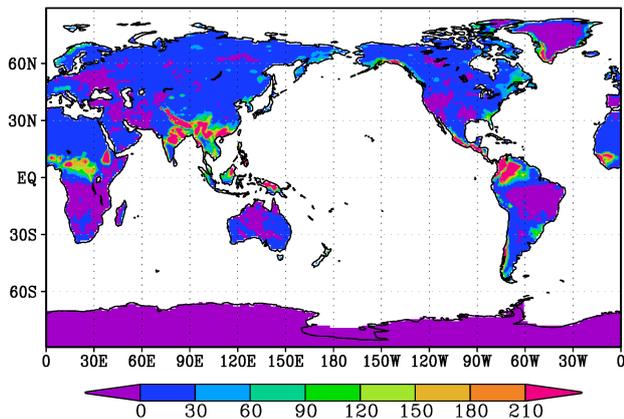


図1 8月の流出量(単位はmm. 他図も同様.)

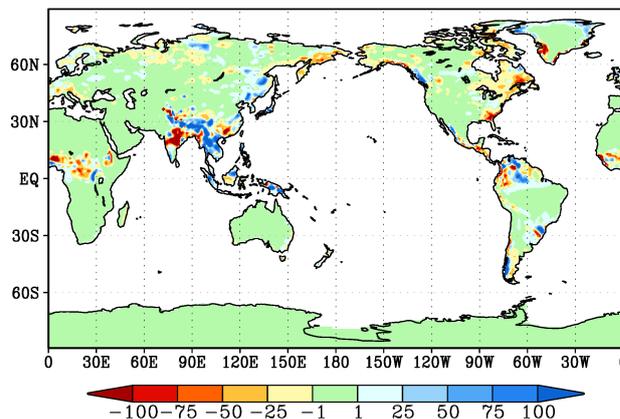


図2 透水係数変更による流出量の差

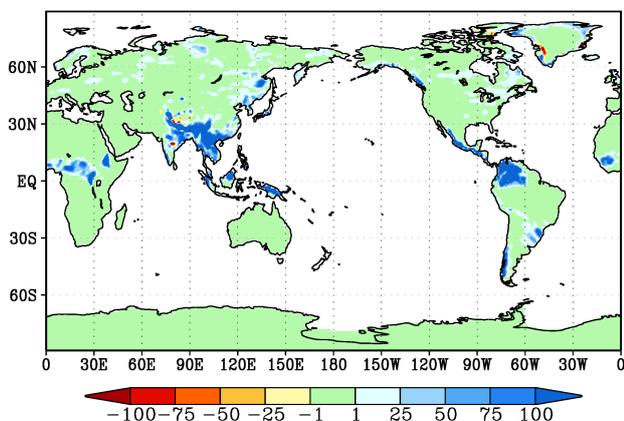


図3 透水係数変更による表面流出量の差

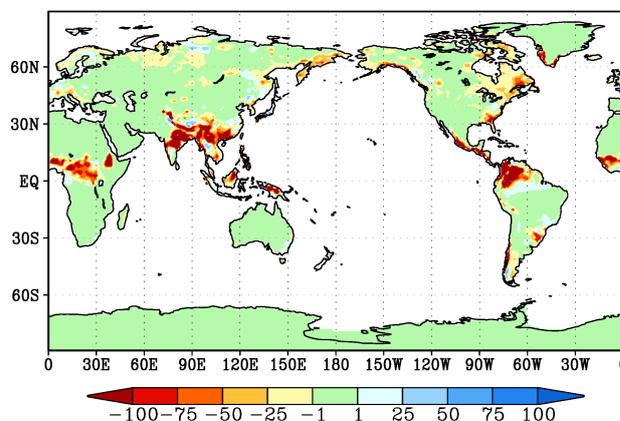


図4 透水係数変更による基底流出量の差

図3は表面流出量の差を示している。同図から、流出量に変化がある多くの場所で、表面流出量が増加していることがわかる。これは、透水係数を小さく設定したことで浸透できる最大の水分量が小さくなったために、表面流出量が増加したと考えられる。

次に、図4に基底流出量の差を示す。同図から、流出量に変化がある多くの場所で、基底流出量が減少していることがわかる。これは、透水係数を小さく設定したことで、浸透量が小さくなったためだと考えられる。

以上より、飽和透水係数を小さく設定すると、表面流出量は増加し基底流出量は減少するが、両者の効果のどちらが大きいかは場所によって異なることがわかった。

4 おわりに MRI-AGCM3.2Hにおいて、オリジナルの飽和透水係数を設定した場合と、小さな飽和透水係数を設定した場合との2通りの実験を行った。飽和透水係数を小さく設定すると、表面流出量は増加し基底

流出量は減少するが、両者の効果のどちらが大きいかは場所によって異なることがわかった。今後は、どのような地域で表面流出量または基底流出量の影響が大きくなるのかを考察し、飽和透水係数以外の土壌パラメータを変更した場合についても同様に分析をする予定である。

参考文献

- 1) Mizuta, R., Yoshimura, H., Murakami, H., Matsueda, M., Endo, H., Ose, T., Kamiguchi, K., Hosaka, M., Sugi, M., Yukimoto, S., Kusunoki, S., and Kitoh, A.: Climate simulations using MRI-AGCM3.2 with 20-km grid, *J. Meteor. Soc. Japan*, Vol. 90A, pp. 233–258, 2012.
- 2) Sellers, P. J., Mintz Y., Sud, Y. C., and Dalcher, A.: A simple biosphere model (SiB) for use within general circulation models, *Journal of the atmospheric sciences*, Vol.43(6), pp.505–531, 1986.
- 3) Cosby, B. J., Hornberger, G. M., Clapp, R. B., and T. R. Ginn: A Statistical Exploration of the Relationships of Soil Moisture Characteristics to the Physical Properties of Soils, *Water Resour. Res.*, Vol. 20(6), pp.682–690, 1984.