

陸域水循環の再現性向上と気温バイアス低減に向けた簡易湿地スキームによる感度実験

新田友子¹、芳村 圭¹、阿部彩子¹

¹ 東京大学 大気海洋研究所

A sensitivity study of a simple wetland scheme for improvements in the representation of surface hydrology and decrease of surface air temperature bias

Tomoko Nitta¹, Kei Yoshimura¹ and Ayako Abe-Ouchi¹

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Many lakes and wetlands exist in the Arctic. Their storage effects have the potential to improve the surface hydrology simulation and to decrease the surface air temperature bias of climate models. There are, however, only few global land surface models that incorporate wetlands and the effects upon climate are not yet well investigated. In the present study, we examine these effects through sensitivity experiments using MATSIRO land surface model with a simple wetland scheme that stores part of snowmelt. First, we conduct offline global land simulations and evaluate the results using multiple observations. The result shows that the river discharge simulation in the major Arctic river basins and the underestimation of evapotranspiration are improved. Further, we conduct a series of on-line AGCM experiments using MIROC5 with climatological monthly SST and sea ice boundary conditions. The result shows that the impact of wetland scheme upon the reduction of near surface air temperature in summer is significant.

1. 背景と目的

北極圏の陸域には数多くの湖や湿地が存在する。これらは融雪水の一部を貯留する効果を持ち、陸域水循環や気候に影響を及ぼしている。しかしながら、広域を対象とした陸面モデルでは、このような湿地の効果が表現されることは少なく、気候への影響も十分に調べられてこなかった。そこで本研究では、簡易的な湿地スキームを陸面モデルに組み込んで、陸面オフライン実験による感度実験を行い、湿地の持つ貯水効果が陸域水循環や地表面の熱収支に与える影響を評価することを目的とする。また、最新の気候モデル MIROC5 では地表面気温が高緯度陸域で高温になるバイアスを持つことが知られている。融雪水が一時的に地表面付近に貯留されてその後蒸発する効果をモデルで表現すると、顕熱を減少させる効果を持つため、湿地スキームの導入により高温バイアスを低減できる可能性がある。そのため、簡易湿地スキームを用いた AGCM 実験を行い、地表面気温への影響についても考察する。

2. モデルとデータ

陸面モデル MATSIRO (Takata et al., 2003) に、簡易湿地スキームを導入する。具体的には、融雪時の表面流出の一部を一時的に貯留するタンクによって、簡易的に湿地の効果を表現する。MATSIRO では、陸面に入る水（降雨、融雪水などの合計）は表面流出と浸透に分けられる。このうち表面流出の一定割合がタンクに貯留されると仮定する。このタンクからは時定数 τ で流出し、次の時間ステップの陸面に入る水に加える。表面流出のうちタンクに貯留される割合 α は一定値とし、タンクから流出する時定数 τ はサブグリッドの標高の標準偏差の関数として地理分布を与えた。陸面オフライン実験の気象強制データとして、JRA25 の再解析をもとに、降水量は GPCC の月データで補正を行ったデータセット (Kim et al., 2009) を用いる。モデルに入力する変数は、風速、気温、比湿、地表面気圧、下向き短波放射、長波放射、雲量、降雨量、降雪量、ダスト・BC の沈着量である。境界条件と土壌・土地利用に関するパラメータは GSWP2 (Dirmeyer et al., 2006) で作成されたデータを用いる。対象は 2001 年の 1 年間とし、空間解像度 1 度 × 1 度で、コントロール実験と簡易湿地スキームを組み込んだ実験の 2 種類の全地球シミュレーションを行う。また、AGCM 実験は、気候モデル MIROC を用いて、空間解像度は T42 で 30 年間の実験を行う。SST、海氷分布は月平均の気候値を用いる。最初の 10 年はスピンアップとして解析から除外する。オフライン実験と同様に、コントロール実験と簡易湿地スキームを組み込んだ実験の 2 種類の実験とする。計算結果の検証のために、湿地データとして GLWD (Global Lakes and Wetland Database; Lehner and Döll, 2004)、観測河川流量として GRDC (Global Runoff Data Center) の日流量データセット、蒸発散のデータセットとして LandFlux-EVAL の Diagnostic data (Mueller et al., 2013) を用いる。

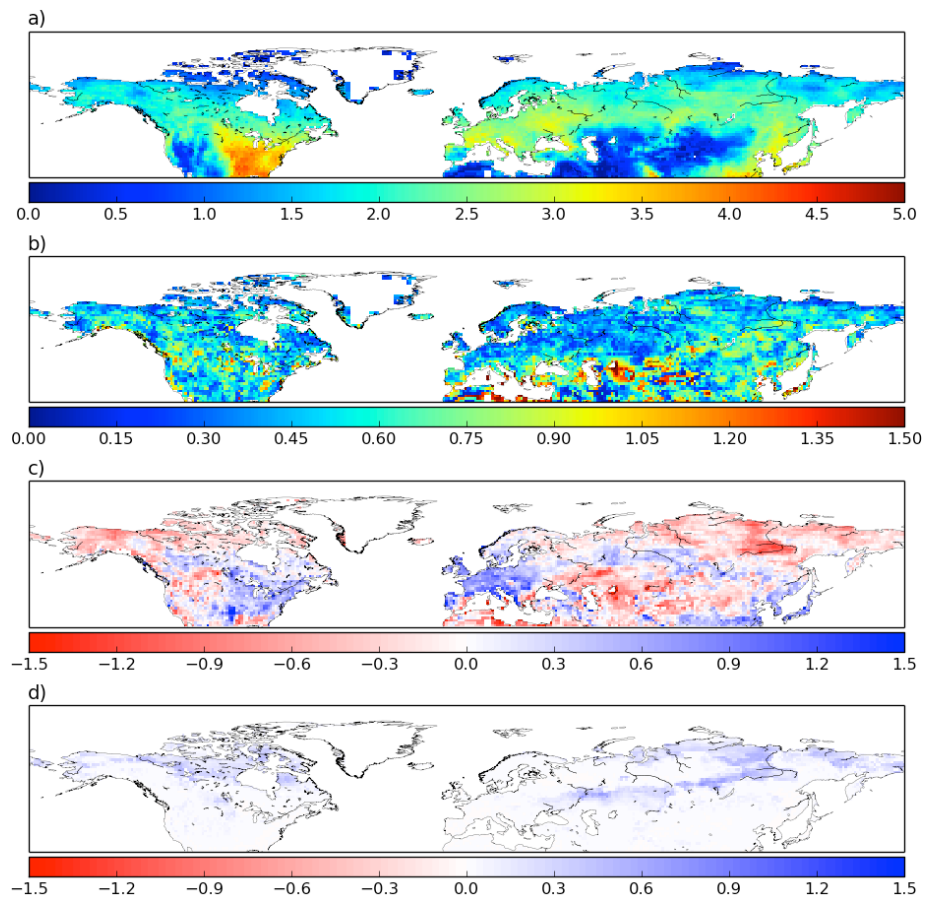
3. 結果

陸面オフライン実験で計算された表面貯水量は、融雪と同時に増加し、少しずつ流出して、秋にはほとんどの場所で5mm以下まで減少した。夏期の土壌水分は表面貯水量に対応して増加した。表面貯水量の地域分布とGLWDの湿地データを比較した結果、GLWDで湿地が多く存在する北アメリカの北部やオビ川流域、東シベリアの一部は、計算した表面貯水量も比較的多かった。一方で、融雪時の表面流出の一定率を貯留するという仮定のため、湿地が存在しない場所でも貯水量を持ち、GLWDの地域分布と一致しない場所もあった。これは、現在の仮定が単純過ぎ、実際の湿地分布は地形や土壌の種類に依存すること、また湿地は定義が難しく、観測データの不確実性も大きいことが原因だと考えられる。しかしながら、これまでのモデルでは融雪と同時に河川に流出していた融雪水の一部を貯留する効果は表現できていて、簡易的な湿地の効果を探るための感度実験としては十分であると考えられる。

LandFlux-EVALのDiagnostic dataの蒸発散量と計算結果比較すると、コントロール実験は高緯度域で蒸発散を過小評価している場所が多い。簡易湿地スキームを組み込むことで、夏期の蒸発散が増加し、これらの過小評価が改善する傾向となることがわかる。顕熱フラックスは、蒸発散に対応して減少していた。また、北極圏の主な河川の下流域で河川流量の日平均値を検証した結果、RMSD、相関ともに改善する結果となった。これは、コントロール実験における、ピーク流量のタイミングが早く、その値が大きすぎる傾向が、一時的に貯水する効果により改善されたからだと考えられる。また、AGCM実験の結果、蒸発散を増加させ顕熱フラックスを減少させる効果により、ユーラシア大陸・北アメリカの北部で夏期の地表面気温が約1度低下し、高温バイアス全てを改善することはできないものの、改善する方向の影響を持つことがわかった。

References

- Takata, K., S. Emori, and T. Watanabe, Development of the minimal advanced treatments of surface interaction and runoff, *Global Planet. Change*, 38, 209-222, 2003.
- Kim, H., P. J. F. Yeh, T. Oki, and S. Kanae, Role of rivers in the seasonal variations of terrestrial water storage over global basins, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L17402, 2009.
- Dirmeyer, P. A., X. Gao, M. Zhao, Z. Guo, T. Oki and N. Hanasaki, GSWP-2: Multimodel Analysis and Implications for Our Perception of the Land Surface, *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 87, 1381-1397, 2006.
- Lehner, B., and P. Döll, Development and validation of a global database of lakes, reservoirs and wetlands, *J. Hydrol.*, 296, 1-22, 2004.
- Mueller, B., and Coauthors, Benchmark products for land evapotranspiration: LandFlux-EVAL multi-data set synthesis, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 17, 3707-3720, 2013.



図：2001年6-8月の蒸発散量 [mm/day], a) LandFlux-EVAL Diagnostic の平均値, b) a)と同様. 標準偏差, c)コントロール実験とa)の差 (CTL-OBS), d) コントロール実験と湿地実験の差 (WET-CTL)