

空間代表性を考慮した陸面過程モデルによる土壌水分量の推定精度評価

京都大学大学院工学研究科	正員	○ 萬 和明
京都大学防災研究所	正員	田中賢治
京都大学防災研究所	正員	中北英一

1 はじめに 土壌水分が大気・地表面間のエネルギー・水収支を通して、気候形成やその変動に寄与することが明らかとなっている¹⁾。そこで、効果的な気象予測精度の向上のため、観測値を元にした気象強制力を陸面過程モデルに与え、全球土壌水分量分布を算出するプロジェクト GSWP2 (Global Soil Wetness Project 2nd phase) が実施されている²⁾。筆者らは、陸面過程モデル SiBUC (Simple Biosphere including Urban Canopy) を用いて GSWP2 に参加している³⁾。

複数の陸面過程モデルによって推定された土壌水分推定値は Guo and Dirmeyer (2006)⁴⁾ によって観測値と比較され、その季節変動・年々変動の精度評価がなされている。しかし、Guo and Dirmeyer の解析では、領域中央値で議論されており、理由は明白でないが SiBUC の推定値は対象とされていない。そこで、本研究では、GSWP2 の枠組みにおける SiBUC の土壌水分推定値の精度検証を実施する。また、水収支解析を実施し、土壌水分の推定精度に寄与する要素や条件について検討する。

2 SiBUC による土壌水分量の推定 SiBUC は SiB (Simple Biosphere) をベースに開発されてきた陸面過程モデルである。その特徴は、地表面構成要素として都市・水体を表現できる点、灌漑を表現できる点、モザイクモデルである点である。SiBUC では、土壌を3層で表現しており、各層の土壌水分量を Richards 式によって表現している。SiBUC による土壌水分量分布は、GSWP2 の枠組みのもと、1986-1995 年を対象に、時間間隔1時間、全球陸域緯度経度1度格子で算定されている。本研究では B0 実験の結果を用いる。

3 土壌水分観測値を用いた推定精度検証 長期間の土壌水分の観測値を集積しているのが Global Soil Moisture Data Bank である。本研究では、イリノイ州・アメリカ、中国、インド、モンゴル、ロシアの5領域の観測値を利用する。土壌水分の観測深は領域毎に異なるため、インドのみ 60cm まで、他の領域は 100cm

までの鉛直積算土壌水分量を対象にし、30ヶ月分以上の月平均値が得られた観測点を解析対象とする。

土壌水分の精度評価には、月平均時系列とともに、一年周期の年内変化成分を取り除いた、偏差成分の時系列を用いる。

土壌水分のモデル推定値の精度評価のため、2種類の相関係数を算出した。ひとつは GSMDDB 観測値と SiBUC 推定値の月平均時系列間の相関係数、もうひとつは観測値と推定値の偏差時系列間の相関係数である。図1に、得られた相関係数を示す。同図によると、イリノイ州・アメリカやインド、ロシア西部、中国華北平原や東北平原では季節変動・年々変動の再現性は良好である。一方、モンゴル中央部や中国内陸部を中心に、再現性が十分ではない地点が存在する。

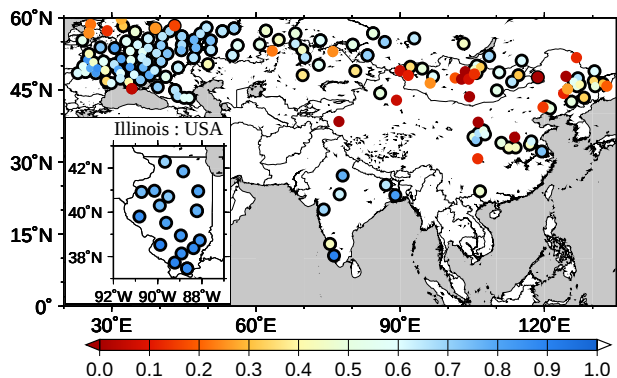
4 水収支解析 水収支に着目し土壌水分の推定精度を決定する要因を探っていく。水収支として、降水、蒸発散、表面流出、基底流出、積雪水等量の変化、土壌水分の変化を考える。図2に、代表的な2地点での10年平均した水収支の季節変化を示す。蒸発散はさらにその起源から、根層の蒸散損失(蒸散)、土壌表層からの蒸発(表層蒸発)に区分して検討した。

イリノイでは、降水と蒸発散のピーク時期が異なり、土壌水分の年内変化は極めて明確である。また、土壌水分の収支に対する蒸発散の割合が高く、蒸発散の半分近くを蒸散が占めるため、気象条件だけでなく植生条件も土壌水分変動に寄与する要因となる。中国内陸部では、降水と蒸発散の年内変化の位相は等しく、年降水量に対して年蒸発散量が9割以上であり、蒸発散に占める蒸散の割合は小さい。従って、土壌水分の推定精度は気象外力に大きく依存する。その他の領域を含めた詳細な結果は発表時に報告する。

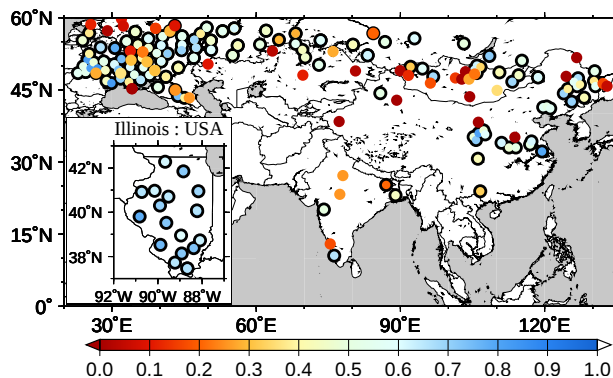
5 入力値の空間代表性の検討 SiBUC によって推定された土壌水分量は緯度経度1度格子の空間を代表した平均値であり、空間的広がりをもった推定値が、地点データである観測値と必ずしも一致するわけではない。そこで、モデルが真に理にかなった挙動を示し

キーワード：土壌水分、陸面過程モデル、GSWP2、GSMDDB、精度検証

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：075-383-3363、FAX：075-383-3360

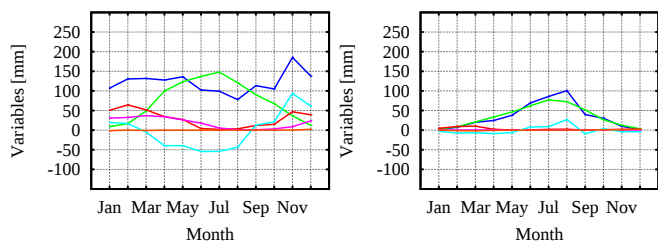


月平均値の時系列の相関係数



年偏差の時系列の相関係数

図1: 各観測地点における土壌水分の観測値とモデル推定値との相関係数.



(a) イリノイ (37.5N, 89.5W)

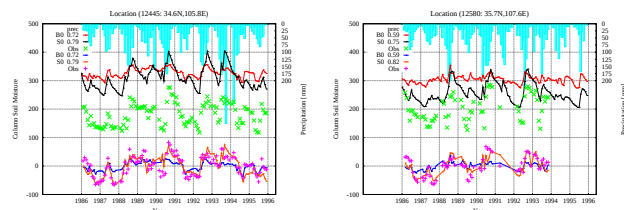
(b) 中国 (36.5N, 107.5E)

図2: 10年平均水収支季節変化のSiBUC推定値. それぞれ, 青: 降水, 緑: 蒸発散, 赤: 表面流出, 紫: 基底流出, 水: 土壌水分変化, 橙: 積雪変化を表す.

ているかを確認するため, 土壌水分観測点の直近において観測された気象データを入力値としたモデル計算を実施した (S0実験と呼ぶ). S0実験では, NCDC (National Climatic Data Center) の Integrated Surface Data の観測点のうち, GSMDDBの観測点と緯度経度0.01度以内に存在する観測点の気象データを用いる.

図3に, S0実験とB0実験によるSiBUCの土壌水分推定時系列を示す. 同図(a)の時系列では, S0実験の推定値の季節変化と偏差成分の変動幅はGSMDDB観測値の変動幅とほぼ一致している. 同図(b)では, S0実験の推定値は, 季節変化の時系列の絶対値がGSMDDB観測値の絶対値と比べバイアスがあるが, 同図(a)と同様に, 季節変化, 偏差成分ともに変動幅はGSMDDB観測値の変動幅と一致している. これらの結果は, 気象データの時間・空間分布が適切に与えられ, 土壌水分推定値と観測値の空間スケールが等しくなったことが原因として考えられる.

6 まとめ 陸面過程モデルによる土壌水分の全球推定値の推定精度を検証した. イリノイ州・アメリカ, ロシア西部, インド, 中国華北平原・東北平原では季節変化・年々変動の再現性は良好であった. 一方, モンゴル中央部を中心とした内陸部で再現性が良く



(a) (34.5N, 105.6W)

(b) (35.7N, 107.6E)

図3: 土壌水分と降水の月別時系列. 実線はSiBUCの土壌水分推定値であり, 赤 (B0) と黒 (S0) は季節変化, 青 (B0) と橙 (S0) は偏差成分, 記号はGSMDDB観測値であり, 緑: 季節変化, 紫: 偏差成分をそれぞれ示す. また, 水色の棒グラフは降水量を示している.

ない地点も存在した. これらの地点では, SiBUCにおいて降水のほとんどが地表で蒸発すると推定されており, 降水量の少ない地点における土壌水分の推定精度向上の必要性が示唆される. しかしながら, 入力値の空間代表性を考慮することで, 土壌水分の変動をより適切に推定できたことから, 陸面過程モデルだけでなく入力値も含めた検討が必要と言える.

参考文献

- 1) R.D.Koster et al., 2004: Regions of strong coupling between soil moisture and precipitation, science, vol.305, pp.1138-1140.
- 2) Dirmeyer, P. A., X. Gao, and T. Oki: The second global soil wetness project (GSWP-2) science and implementation plan, IGPO Publication Series, No.37, pp.64, 2002.
- 3) Yorozu, K., K. Tanaka, S. Ikebuchi, 2005: Creating a global 1-degree dataset of crop type and cropping calendar through the time series analysis of NDVI for GSWP2 simulation considering irrigation effect, Proc. of 85th AMS Annual Meeting, 19th conference of Hydrology, 6.8 (CD-ROM).
- 4) Guo, Z. and P.A.Dirmeyer, 2006: Evaluation of the Second Global Soil Wetness Project soil moisture simulations: 1. Intermodel comparison, J. Geophys. Res., vol.111, D22S02.