

(II-57) いくつかの陸面過程数値モデルによる土壌水分量と
衛星計測による土壌水分指標との比較に関する研究

長岡技術科学大学大学院 学生会員 原 仁志
長岡技術科学大学 正会員 熊倉 俊郎
長岡技術科学大学大学院 学生会員 飯島 義之
東京大学気候システム研究センター大学院 非会員 西村 照幸

1. はじめに

気候変動システムにおいて重要な働きをする水・エネルギー循環の解明をする事は非常に重要である。この解明のため、大気大循環モデルなどの数値モデルを用いたシミュレーションが多く行われている。又、広域的な水の観測も必要不可欠であり、近年ではマイクロ波リモートセンシングを用いた陸面土壌水分量の推定手法なども開発され始めている。

本研究では、全球の水・エネルギー収支に重要な影響を及ぼしていると考えられているチベット高原において、衛星計測による土壌水分指標と2種類の陸面過程数値モデルにより得られた土壌水分量を比較し、大気大循環モデルと衛星計測値との結合のための基礎とした。

2. データの概要

(1) 衛星計測値による土壌水分指標 (ISW)

本研究に用いた土壌水分指標 (ISW: Index of Soil Wetness) の算出には、米国の気象衛星 (DMSP: Defense Meteorological Satellite Program) に搭載された受動型マイクロ波放射計 (SSM/I: Special Sensor Microwave/Imager) を用いて計測された輝度温度データセットを使用した。このデータセットは19GHz、22GHz、37GHz、85GHzの垂直・水平偏波(22GHzは垂直偏波のみ)の計7チャンネルの輝度温度データセットである。ISWは、地表面の湿潤な地域では輝度温度(T)が高周波側ほど高い性質を利用し、この輝度温度データの中での19GHzと37GHzの水平偏波データセットと、小池ら(水工学論文集vol.41:1997)により導出されたアルゴリズムを用いて式(1)により算出される。

$$ISW = \frac{T_{37GHz} - T_{19GHz}}{T_{19GHz}} \quad \dots (1)$$

本研究では、5日間にわたり0.1度×0.1度にリサンプリングしユーラシア大陸の領域を切り出したISWデータセットを用いて、湖沼、欠損、衛星のノイズを除去した後、次に述べる陸面過程数値モデルの出力値と比較するために、1.0度×1.0度グリッドサイズに平均した。

(2) 陸面過程数値モデルによる土壌水分量

この土壌水分量はGSWP(Global Soil Wetness Project)において算出されたもので、本研究では2種類のモデル(CCSR/NIES AGCMとGSM)の土壌水分量を用いた。前者は東京大学気候システムセンター(CCSR)と環境庁の国立環境研究所(NIES)が共同開発した大気大循環モデルの陸面過程モデル、後者は気象庁の全球数値予報モデルの陸面過程モデルである。表1にモデル、出力データの概要を示す。比較するISWが5日間平均されたデータのため、GSWP/CCSRとGSWP/JMAの土壌水分量は重み付き平均により5日毎の代表値に直した。

(3) 降水量データ

データの比較のために、ISLSCP(International Satellite Land Surface Climatology Project)のCD-ROM(ISLSCP Initiative 1:1987-1988)に収

表1: モデル、出力データの概要

名称	GSWP/CCSR	GSWP/JMA
陸面過程	CCSR/NIES 陸面過程	GSM (SiB)
土壌層厚	地表面均一1層1m	1層目:均一0.05m 2層目:植生ごと(裸地:0.75m) 3層目:植生ごと(裸地:0.2m)
流出	地表面表層流出 20cmv/ケツモデル	地表面表層流出 最下層重力排水 最大含水量は土壌分類による (21.95、439、658.5mm)
出力値	グリッドサイズ 1.0°×1.0° 期間 1987年1月～1988年12月 各旬毎の瞬間値	

マイクロ波放射計 土壌水分量 陸面過程数値モデル 大気大循環モデル 衛星計測

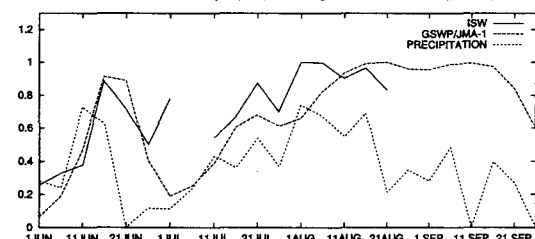
新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 TEL) 0258-46-6000 (6622) FAX) 0258-47-9673

められている6時間毎の降水量データを5日間の総降雨量としたものを用いた。

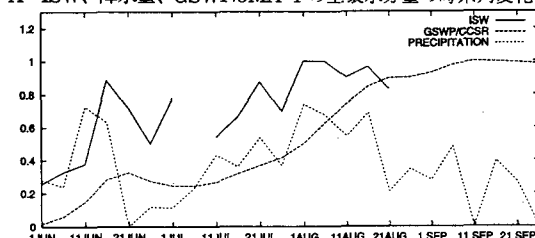
3. データの比較

ISWは植生の少ない地域にしか適用できない性質が有るため、ISLSCPで作成された植生分布データを用いて、裸地・半砂漠の地域のみを比較の対象とした。北緯32.5度、東経89.5度の地点において、降雨量が多く土壌が湿潤であると考えられる1988年6月1日～1988年9月30日の期間について、ISW、GSWP/CCSRの土壌水分量、GSWP/JMA-1(1層目0.05m)土壌水分量、GSWP/JMA-3(1層目0.05m+2層目0.75m+3層目0.2m:1.0m)土壌水分量、降水量データをそれぞれ規格化し、時系列変化を比較した。

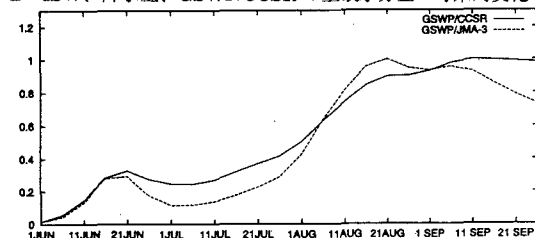
図1-AにISW、降水量、GSWP/JMA-1の土壌水分量の時系列変化を示す。ISW、GSWP/JMA-1とも、6月上旬の強い降雨には非常に敏感に反応している。GSWP/JMA-1の土壌水分量の変化は、その後比較的



A-ISW、降水量、GSWP/JMA-1の土壌水分量の時系列変化



B-ISW、降水量、GSWP/CCSRの土壌水分量の時系列変化



C-GSWP/CCSR、GSWP/JMA-2の土壌水分量の時系列変化

図1-東経89.5度、北緯32.5度での1987年6月1日から1987年9月30日にかけてのISW、GSWP/CCSR、GSWP/JMA-1、GSWP/JMA-2、降水量の時系列変化

降雨が多い期間は降雨、ISWの変化に比べ滑らかであり、降雨の積算と供に徐々に増加している。これと比較すると一旦湿潤となった後の多雨期間におけるISWの変化は降雨強度の増減に非常に良く一致しており、地表面付近の湿潤さを良く現していると考えられる。

図1-BにISW、降水量、GSWP/CCSRの土壌水分量の時系列変化を示す。GSWP/CCSRの土壌水分量は期間を通じて非常に滑らかな増加傾向にあり、6月上旬の降雨変化には多少反応しているが7月下旬、8月下旬の降雨量変化には反応しておらず、積算された降雨量に強く依存している。これはCCSR/NIESA AGCMの陸面過程の土壌層厚1mという条件が原因であるが、土壌水分量の変化による大気との熱のやりとりの時間スケールを考えれば、より動的な地表面付近の土壌水分量評価の必要性が考えられる。

図1-CにGSWP/CCSR、GSWP/JMA-3の土壌水分量の時系列変化を示す。6月下旬と9月中旬の、降雨量よりも流出・蒸発量が卓越する時期に注目すると、GSWP/CCSRの土壌水分量の減少は非常に緩やかである。GSWP/CCSRとGSWP/JMA-3は土壌層厚が同じであり、GSWP/CCSRは、一度蓄えられた土壌水分量が乾きにくいというモデルの性質が現れていると思われる。

4. 結論

衛星計測による土壌水分指標は降雨量に敏感に反応していて、非常に良く地表面の湿潤具合を現していると考えられる。GSWP/JMAの一層目の層厚は0.05cmであり、土壌水分量の変化を比較的よく現しているが、それでも大気に大きな影響を与える陸面薄層の土壌水分量の変化を現すには不十分だと思われる。GSWP/CCSRの土壌水分量は土壌が1mということもあり、土壌水分が大気に与える影響を考えると変化が鈍すぎるのは、地表面土壌と地中の土壌水分量を同一に扱っていることが原因だと思われる。衛星計測などによる観測値をモデルに組み込む事は非常に有効であると考えられるが、この土壌水分指標を大気大循環モデルの土壌水分に反映させるには、各モデルでの土壌層厚等の陸面過程数値モデル設定条件と、地表層湿潤時の土壌水分量評価アルゴリズムの再検討が必要であると思われる。