

京都大学大学院 学生員 ○ 山本卓生
 京都大学大学院 正員 田中賢治
 京都大学大学院 正員 椎葉充晴

1 諸言 土壌水分量は地表面からの各種フラックスや地表面温度を調整し、さらには気温や水蒸気圧にまで影響を及ぼす。しかも、土壌水分量が変動する時間スケールは、非常に長いので、土壌水分量の初期値を誤ることが顕熱・潜熱フラックスを通して、気象モデルの誤った予報につながってしまう。

中村ら[1]は、陸面過程モデルSiBUC[2]にKalmanのフィルタリング・予測理論を導入し、地表面温度の観測値を基に、土壌水分量を修正するシステムを構築した。将来的には、この土壌水分量修正システムを気象モデルに組み込むことを考慮すると、広範囲な領域を観測できる衛星データを観測温度として用いることが不可欠であろう。

そこで本研究では、中村らが構築したシステムに気象衛星GMS-5(ひまわり5号)の観測値を適用し、土壌水分量やフラックスの修正を試みる。衛星観測データは、現地観測に比べ精度は劣るものの、面的な広がりを持っていること、一定時間ごとにデータが得られることなど、導入の意義は大きい。

2 観測ベクトルの作成 Kalman FilterをSiBUCモデルに応用する際、観測ベクトルとして用いられるのは、 T_c (キャノピー温度)、 T_g (地温)である。モデルが予報する T_c, T_g と観測値との差を基に、モデルの物理過程に従い、土壌水分量の修正量を計算する。

GMSデータを観測値として導入する場合、得られるのは領域平均の表面温度 T_{obs} だけである。そこで本研究では、 $T_g - T_c = T_{gobs} - T_{cobs}$ のように、モデルが予報する温度差と観測値の温度差が等しいと仮定して、 T_{obs} から T_{gobs}, T_{cobs} を作成した。

3 GMSデータの導入 Shouxian(N32.55, E116.78)を対象地点として、土壌水分量修正システムにGMSデータを適用した。なお、使用するGMSデータは、名古屋大学大気水圏科学研究所の坪木先生に提供して頂いたものである。このデータは、可視1チャンネル(VIS)と赤外3チャンネル(IR1, IR2, IR3)を含んでお

り、赤外のデータは輝度温度に変換してある。このうち、本研究では、大気による吸収が最も少ないIR1チャンネルの輝度温度(T_{BB})とVISチャンネルのデータ(vis)を用いる。また、解像度は約0.1度である。

3.1 大気補正 人工衛星の赤外データから得られる輝度温度は、地表面温度そのものではない。これは、地表面から発せられた放射エネルギーが、衛星に到達するまでに大気によって吸収されるためである。このため、通常、輝度温度は実際の地表面温度よりも低い値となる。

本研究では、谷ら[3]が用いた補正近似式(1)により大気補正を行なう。

$$T_G = T_{BB} + \Delta T \quad (1)$$

$$\Delta T = \sec \theta \cdot [0.189 \cdot W \cdot A(T_{BB}) + \{1.0 - A(T_{BB})\} \cdot 4.0]$$

$$A(T_{BB}) = \frac{1400}{(36.85 - T_{BB})^2 + 1400}$$

ただし、 T_G : 地表面温度(°C), T_{BB} : 観測輝度温度(°C), ΔT : 大気補正量(°C), θ : 衛星天頂角(度), W : 可降水量(mm)である。

3.2 可降水量の算定 式(1)を用いて大気補正を行うためには、可降水量のデータが必要である。そこで次のようにしてShouxianの可降水量データを作成した。まず、Shouxianの周辺4地点Xuzhou, Fuyang, Nanjing, Anqingにおいて、高層気象観測データの気圧・気温・湿度から比湿の鉛直プロファイルを算出する。なお、用いた高層気象観測データはHUBEXによる観測データであり、観測は6時間ごと、鉛直分解能は約40mである。次に、比湿の鉛直プロファイルから4地点の可降水量を計算し、これにShouxianまでの距離による重みづけをして、Shouxianの可降水量を求めた。Shouxianと周辺4地点の位置関係を図1に示す。

3.3 線形補正 図2は大気補正後の地表面温度 T_G と現地観測の地表面温度 T_s の関係である。GMSの輝度温度を大気補正した T_G は、全体的に現地観測の

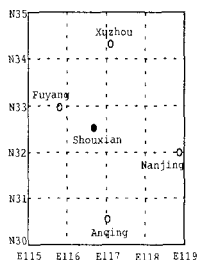


図1 Shouxian と周辺4地点の位置関係

T_s よりもかなり高くなっている。そこで、大気補正後の T_G をさらに補正することにした。図2中の2直線A,Bに挟まれる領域の点を対象として、最小二乗法により T_G と T_s の関係式 $T_s = 0.86T_G - 0.73$ (直線m) を導き、これにより線形補正を行なった。図3が、線形補正後の T_G と T_s の関係である。

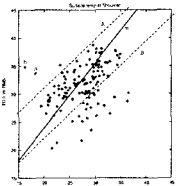


図2 T_G と T_s の関係図

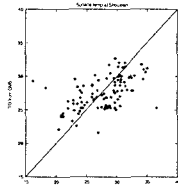


図3 線形補正後

4 シミュレーション 線形補正後の T_G を観測温度 T_{obs} とし、フィルタリングを行う。対象期間は98年6月20日0:00~7月11日0:00(GST)、気象外力はShouxian 気象台の観測データを用いた。GMSデータの内、雲表面のデータを除去するため、以下のフィルタリング実行条件を設けた。

<フィルタリング実行条件>

1. 0:00~7:00(GST)

2. $T_{BB} \geq 0$ かつ $vis \leq 0.3$

上の1,2を満たす場合、大気補正(線形補正)を行う。

3. $T_G \geq 20$ for 0:00~1:00(GST)

$T_G \geq 25$ for 2:00~7:00(GST)

5 結果と考察 図4は潜熱フラックスの時系列である。乾燥状態の初期設定(上図)では、フィルタリングを行わない場合は、潜熱フラックスがほとんど出ない。現地観測値がないため比較はできないが、明らかに、フィルタリングをかけた場合の方が現実の状態に近いと思われる。初期値を湿潤状態に設定し

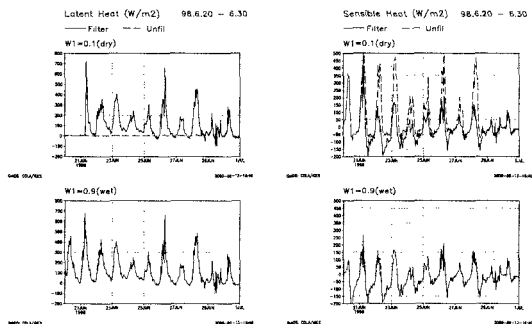


図4 潜熱フラックス

図5 顕熱フラックス

た場合(下図)は、フィルタリングをかけた場合とかけない場合の差がほとんど見られない。これは、湿潤状態においては、土壌水分のフラックスに対する感度が乾燥状態の時とは比べものにならないくらい小さいためである。このため、フィルタリングによる修正が困難であり、また修正する必要もない。このことは、中村らも指摘している。図5の顕熱フラックスの図についても全く同じことが言える。

6 結語 本研究では、中村らが構築したカルマンフィルターによる土壌水分修正システムへのGMSデータの適用を試みたが、GMSの赤外データから地表面温度への変換が想像していた以上に困難であった。今後、大気補正近似式や雲データの除去方法などを検討する必要がある。

参考文献

- [1] 中村忠則：土壌水分量の誤差が大気に及ぼす影響とその修正手法の開発のための基礎的研究
- [2] 池淵周一・田中賢治：都市域・水体をも考慮した蒸発散モデルの構築とその琵琶湖流域への適用、京大防災年報、第37号、b-1, pp299-313, 1994.
- [3] 谷宏・堀口郁夫・元木敏博：農業気象における人工衛星データの利用に関する研究—GMS(ひまわり)赤外データによる地表面温度とAMeDAS気温との関係—、農業気象、40(2), pp111-117, 1984.