

リモートセンシングと数値モデルによる地表面熱フラックスと関連するパラメータの推定  
松島 大 (千葉工大・工)

1. はじめに

衛星計測による輝度温度を地表面熱収支モデルに適用して、広域の熱収支分布を推定する試みが盛んになりつつある。本研究では、半乾燥地の草原を対象にした計算の結果、フラックスのみならず、地表面の水分条件と関連が深いパラメータ推定も可能なことを示す。なお、本研究は戦略的創造研究推進事業・水循環領域課題「北東アジア植生変遷域の水循環と生物・大気圏の相互作用の解明(略称: RAISE)」の下に遂行された。

2. データ・方法

対象地域はモンゴル国東部を流れるヘルレン川流域(46.5-49N, 107.5-112.5E)で、主に典型草原からなり、北部は森林草原、南部は乾燥草原になっている。対象期間は2003年の植生期間である。熱収支モデルにはキャノピーと土壌からなる二層モデル(Kondo and Watanabe, 1992)を用い、force-restore法により二層の表面温度を予報変数とした時間発展モデルになっている。本研究の目標は二つからなり、一つは典型草原の代表地点における熱収支の時系列を再現すること、もう一つは熱収支の空間分布を推定することである。本研究で用いたデータは以下の通りである。(1) MODIS-L1B データの熱赤外域及び可視・近赤外域: 熱赤外域は地表面の輝度温度に、可視・近赤外域は葉面積指数の推定に用いた。(2) 静止衛星 GOES-9 の可視・近赤外・熱赤外域のデータ: これはモデルの入力変数である日射量の推定に用いた。(3) 地上気象データ: モデルの入力変数である気温・湿度・風速を用いた。また、これらをやはり入力変数である下向き長波放射量の推定に用いた。(4) 典型草原で測定された地表面の熱フラックス。モデル計算において、輝度温度は熱収支に関係するパラメータの最適化に用いられ、フラックス値は計算値の検証に用いられた。

最適化パラメータは7個で、顕熱に対するバルク係数、蒸発効率、土壌の熱慣性(熱容量と熱伝導率の積のルート)などが含まれる。パラメータの最適化はシンプレックス法によって行った。シンプレックス法は解析関数以外にも適用できる逐次近似によるアルゴリズムである。最適化を衛星データを用いて行う際に、MODISは1日の回帰回数が少なく、最適化の精度が上がらないので、輝度温度の時間変化の代わりに空間分布を用いて最適化を行った。これを「空間最適化」と呼ぶことにする。空間最適化による熱収支日変化の推定

値は観測値と良い一致を示した。

3. 結果

典型草原の代表点(KBU: 位置は図2参照)における顕熱・潜熱フラックス推定誤差は、植生期間全体の日々変動ベースのRMSEが $15\text{Wm}^{-2}$ であった。蒸発効率と土壌の熱慣性が浅い層の土壌水分と高い相関を示した(図1)。これは、熱慣性によって地表面の水分条件を推定できる可能性を示唆している。夏季降雨後の連続した二日間における地表面フラックスの空間分布の計算を行った結果(図2)、蒸発散量が降雨量、蒸発効率、土壌の熱慣性と相関が高い分布が得られた(図省略)。顕熱は蒸発散量とほぼ逆相関となる分布を示した。なお、本研究は Journal of Hydrology, RAISE Special Issue に投稿中である。

参考文献

Kondo and Watanabe (1992): JAS, 49, 2183-2199.

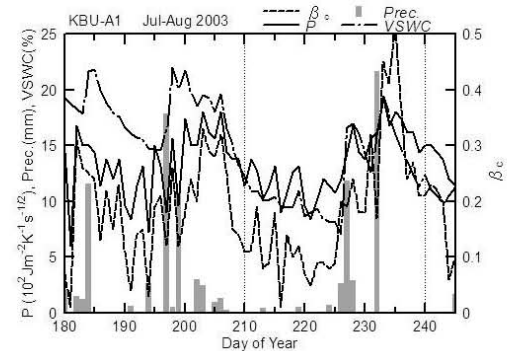


図1. KBUにおける蒸発効率 $\beta_e$ 、熱慣性 $P$ 、降水量 $Prec$ 、土壌体積含水率 $VSWC(5\text{cm})$ の日々変化。

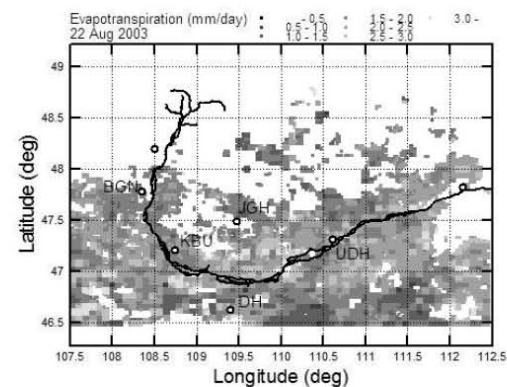


図2. 日蒸発散量の分布(雲被覆部分は値無し)