

## MODIS データを用いた地表面熱収支解析

\*岡本 健・加藤創史・山口 靖(名大院・環境)

### 1. はじめに

地表面の熱収支解析には、地上でフラックスを実測する方法と、衛星データを利用する方法がある。後者は熱フラックスの空間分布を求められるところに利点がある。特に、ASTER のような空間分解能が高い衛星データは、詳細な熱フラックス分布の解析に有用であるが、回帰周期が長い熱フラックスの時間変化のモニタリングが困難である。そこで、本研究では空間分解能は高くないが回帰周期の短い MODIS のデータを用いて熱収支解析を行い、空間的・時間的な熱フラックスの変化パターンの検討を行った。

### 2. 使用データ

MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)は中分解能の多バンド画像センサで、0.4~14.4 $\mu\text{m}$ の波長範囲に36の観測バンドを持つ。空間分解能はバンド1~2が250m、バンド3~7が500m、残りのバンド8~36が1kmである。走査幅は2,330km、一日でほぼ地球表面全域を観察することが可能である。MODISを搭載するTerraとAquaはNASAの太陽同期極軌道衛星で、それぞれ午前/午後10時30分、1時30分頃に赤道を通過する。2つの衛星のMODISを使えば、同一地点を1日に4回観測することが可能である。熱フラックスの算定に必要な地表面パラメータのうち、地表面温度、アルベド放射率はMODISデータプロダクト(2003/8/21-28)を用い、気温、風速、湿度、気圧、全天日射量は気象台やアメダスの観測データ(2003/8/22)を補間して使用した。今回の研究対象地域は名古屋市周辺である。

### 3. 解析手法

衛星データと気象データを用いて正味放射、地中伝導熱、顕熱、潜熱を算出した。正味放射  $R_n$  は太陽による短波放射と地表面・大気間での長波放射の収支で決まる。

$$R_n = (1 - \alpha)R_s + \varepsilon_s \varepsilon_a \sigma T_a^4 - \varepsilon_s \sigma T_s^4$$

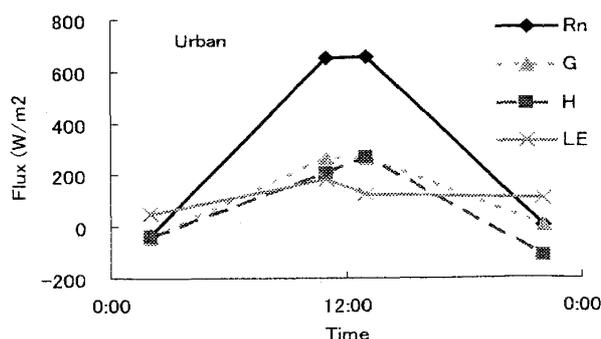


Fig.1. 都市の熱フラックスの時間変化

ここで、 $\alpha$ はアルベド、 $R_s$ は短波放射( $\text{Wm}^{-2}$ )、 $\varepsilon$ は放射率、 $T$ は温度(K)、 $\sigma$ はステファン・ボルツマン定数( $\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$ )である。なお、添え字の  $a,s$  はそれぞれ大気、地表面を表している。また、地表面の吸収率は放射率に等しいと仮定した。

地中伝導熱  $G$  は、経験則を用いて正味放射と土地被覆の種類から推定した。

$$G = \gamma R_n$$

係数  $\gamma$  は土地被覆、昼夜毎に異なる値<sup>1)</sup>を用いた。

顕熱  $H$  はバルク法により求めた。

$$H = \rho C_p \frac{T_s - T_a}{r_a}$$

$\rho$ は空気密度( $\text{kgm}^{-3}$ )、 $C_p$ は定圧比熱( $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ )、 $r_a$ は空気力学抵抗( $\text{sm}^{-1}$ )である。

潜熱  $LE$  は熱収支式の残差から求めた。

$$LE = R_n - G - H$$

### 4. 結果

都市での正味放射は、気温や日射量の日変化と同様に昼間に大きく( $650\text{Wm}^{-2}$ )、夜間に小さくなる( $-40\text{Wm}^{-2}$ )。森林の正味放射も、都市と同様の日変化が見られた。地中伝導熱は土地被覆ごとに違うが、正味放射と同様の日変化は明確に見られた。

顕熱は昼間の都市で大きく( $300\text{Wm}^{-2}$ )、森林では小さい( $100\text{Wm}^{-2}$ 以下)傾向が見られた。夜間の顕熱は、全域で0に近い値となった。都市では日変化は大きい森林では日変化は小さい。

潜熱は、都市では昼間でも  $100\text{Wm}^{-2}$ 以下と小さく、日変化も小さい。森林では昼間に  $600\text{Wm}^{-2}$ と大きい、夜間は小さく、日変化が明瞭に見られた。

今回のMODISデータから求めた熱フラックスを、高分解能センサであるASTERのデータから求めた熱フラックス<sup>2)</sup>と比較した。その結果、正味放射と地中伝導熱は都市や森林で比較的良好な一致を示したが、顕熱はASTERと比較して小さな値を示した。この差は、今回用いたMODISデータプロダクトが8日間の平均値を使用しているためと思われる。

観測頻度の高いMODISを使用することで、熱フラックスの空間変化だけでなく、時間変化の解析もある程度可能であることが示された。

### 5. 参考文献

- 1) Anandakumar, K., *Atmospheric Environment*, 33, 3911-3918, 1999.
- 2) 加藤・山口, 日本リモートセンシング学会 第35回 学術講演会論文集, 231-232, 2003.