

都市の熱環境制御手法に関する研究(その2)

- 熱環境指標の検討 -

九州大学 ○学生員 上野賢仁 学生員 瓜生良知
正 員 井村秀文

1. はじめに

都市の熱環境制御が、エネルギー消費を抑制し、地球に優しい都市づくりを進める上での重要な課題となっている。本研究では、都市の熱環境が工学的にどの程度、どのように制御できるかを考える上で有効に使えるような「熱環境指標」について、その可能性を検討する。

2. 解析方法

熱環境指標について検討するための基礎として、一次元の熱収支モデルを用いる。地表面温度 T_0 、大気温度 T_a 及び地中の温度 T_g は、地表面におけるエネルギー収支式、空気・地面の熱伝導を表す方程式の組で与えられる。このモデルでは、熱環境を支配する都市構造の特性は、対象地域の相対湿度RH(水の蒸発散が自由に行える面積の割合)、粗度長 Z_0 (建物の高さの関数)及びアルビド α (土地の被覆状態の関数)の3つのパラメータで表される。

熱環境指標作成の概略を図-1に示す。主要な3つのパラメータ(α 、RH、 Z_0)と都市の熱容量 C_T をもとに、熱環境指標を検討する。

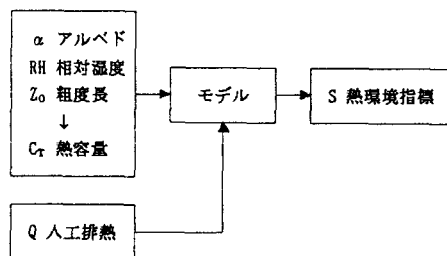


図-1 熱環境指標作成の概略

3. 結果及び考察

福岡市を対象に、冬(1990年2月20日)と夏(1990年8月14日)について、モデルによってその熱環境特性の解析を行った。地表面温度と熱輸送量の1日の計算結果を図-2に示す。緑地に比べ市街地の方が数度ほど温度が高く、熱輸送量も異なっている。

正味の放射量 R_n は、アルビド α と時間 t 、また赤外線放射量の項を含むため地表面温度 T_0 に影響をうける。 α が増大すると、 R_n は減少し、 T_0 の変化に対しては、 R_n の変化は緩やかである。温度勾配による地表面から空気中への熱の輸送量 H は、粗度長 Z_0 と温度勾配によって決まる。水の気化、凝結による潜熱の輸送量 LE は、地温を下げる重要な役割を果たす。これは、RH、 Z_0 、温度勾配によって決まる。湿度勾配は地表面温度 T_0 によって変化する。地表面温度が高いと、 LE は増大する。RHと Z_0 についても同様に、それぞれの値が大きくなると LE も増大する。温度勾配による地表面から土中への熱の輸送量 S は、地中の温度勾配によって決まり、主要なパラメータと関係はない。このように、都市の熱環境を考察する場合、4つのパラメータ(α 、RH、 Z_0 、 C_T)だけでなく、地表面温度も考慮する必要がある。

3つのパラメータ(α 、RH、 Z_0)と熱輸送量の各項の関係について考察した後、地表面温度と各熱輸送量との関係を見た。緑地と市街地についてパラメータを設定し、計算した結果を図-3に示す。同じ地表面の場合、夏と冬とではよく似た変化をしている。しかし、異なる地表面で比較すると、一般に言われているように市街地の LE がかなり減少する。。

また、4種類の地表面状態を考えて、単位時間当たりの温度上昇率を検討した。単位時間当たりの温度上昇率を次式で求めた。

$$\frac{dT_0}{dt} = [R_n(\alpha, T_0, t) - H\{Z_0, (\theta_z - \theta_0)\} - LE\{R_n, Z_0, (q_z - q_0)\} - S(T_b - T_0)] / C_T$$

地表面の温度と単位時間当たりの温度上昇の関係を図-4に示す。冬では、12℃付近等で森林と裸地の逆転があり、夏では、35℃付近で逆転がある。モデルによって計算した地表面温度と図-4の関係から、単位時間当たりの温度上昇率を、指標の1つとして利用する可能性が示唆される。

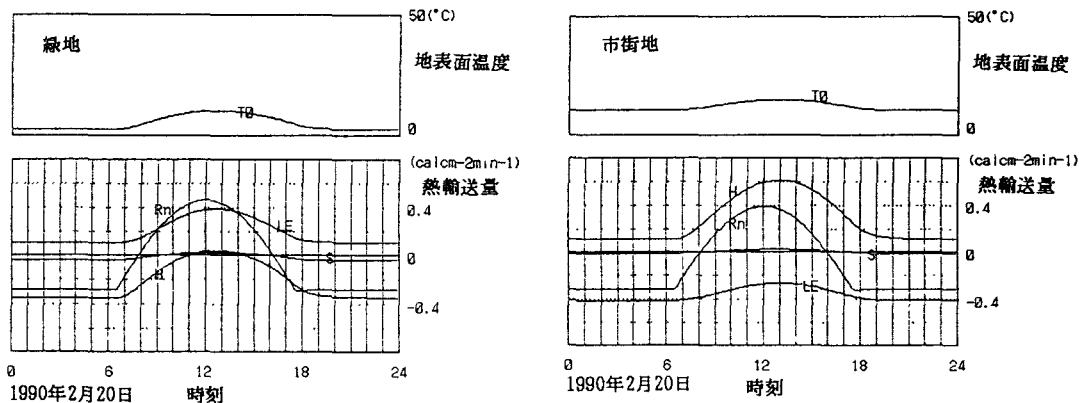


図-2 地表面温度と熱輸送量の1日の変化

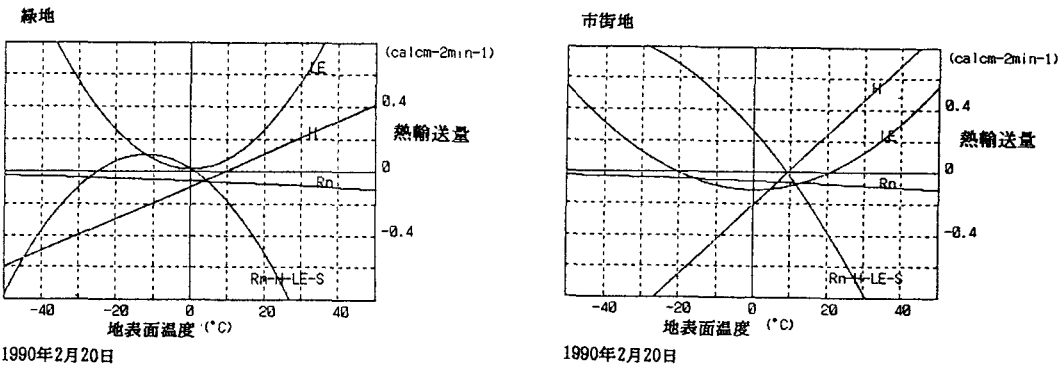


図-3 地表面温度と熱輸送量との関係

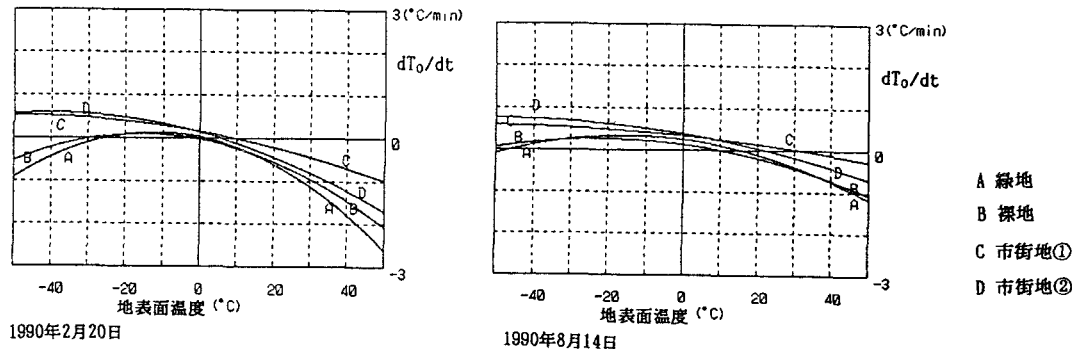


図-4 地表面温度と単位時間当たり温度上昇率の関係

【参考文献】
 1)上野、永嶋、井村、楠田：環境システム研究 Vol.18, pp101-106 (1990)
 2)瓜生、上野、井村：土木学会西部講演概要集 (in print, 1991)