

都市の熱環境制御手法に関する研究（その1）
ー地表面温度予測モデルにおけるパラメータの検討と評価ー

九州大学 学生員 瓜生良知○

九州大学 学生員 上野賢仁

九州大学 正 員 井村秀文

1. はじめに

都市の気温がその周辺地域より高いというヒートアイランド現象は古くから知られている。都市への人口、経済活動の集中とともに、エネルギー多消費型の都市が形成され、これがヒートアイランドを加速している。ヒートアイランドは、冷房需要を拡大するなど都市におけるエネルギー消費増大の一因ともなっている。このため、昨年10月に決定された政府の「地球温暖化防止行動計画」においても、その第一番目の施策として、都市緑化を推進し、植物のもつ気温低減効果によってヒートアイランド現象をやわらげ、冷房に要するエネルギー需要を低減することが挙げられている。

本研究では、都市気象緩和のための工学的制御手法の確立を目指す観点から、都市の物理的構造と、熱環境との関係について理論的検討を行う。前回の発表において、Myrupのモデル¹⁾に基づいて地表面温度の計算を試みたが計算値と観測値には、必ずしも十分な一致を見なかった。このため、今回はパラメータの値についてより詳細な検討を加える。

2. 一次元熱収支モデルの説明

2-1. Myrupのモデル：

地表面温度 T_0 、大気温度 T_a 、地中の温度 T_g は、地表面におけるエネルギー収支式、顕熱、潜熱、地中への熱伝導の方程式で与えられる。地表面のエネルギー収支式は次式となる。

$$R_n = L E + H + S$$

2-2. 改善モデルについて

Myrupのモデルによると、都市が熱容量をもつことを考慮にいれていない。熱容量を考慮した場合の地表面のエネルギー収支式は次式となる。

$$C_T \frac{dT_0}{dt} = R_n - H - L E - S$$

R_n ：太陽からの正味の放射量

H ：温度勾配による地表面から空気中への熱の輸送量

$L E$ ：水の気化、凝結による潜熱の輸送量

S ：温度勾配による地表面から土中への熱の輸送量

C_T ：熱容量

3. 各カテゴリー別の地域の条件パラメータの決定方法について

都市の熱環境を支配する地域の条件パラメータ（アルベド、相対湿度、粗度長、熱容量）について、各カテゴリーにおける計算式は、次式となる。

3-1. アルベドの決定方法

$$\text{カテゴリーのアルベド} = \frac{\sum (\text{各地表面のアルベド} \times \text{各地表面の面積})}{\text{カテゴリー内の総面積}}$$

3-2. 熱容量の決定方法

$$\text{カテゴリーの熱容量} = \frac{\sum (\text{各地表面の熱容量} \times \text{建物の体積})}{\text{カテゴリー内の総面積}}$$

3-3. 相対湿度の決定方法

$$\text{カテゴリーの相対湿度} = \frac{\sum (\text{各地表面の相対湿度} \times \text{各地表面の面積})}{\text{カテゴリー内の総面積}}$$

3-4. 粗度長の決定方法²⁾

$$\text{カテゴリーの粗度長 (cm)} = 0.5 \times h^* \times s / (A / n)$$

h^* : 平均垂直長さ (cm)

s : 平均障害のシルエットエリア (cm²)

n : エリアA内における障害の個数

A : 対象地域 (cm²)

都市のカテゴリー別の地域の条件パラメータ及び計算した地表面温度は表1となる。

表1. 地域の条件パラメータと計算結果

NO	カテゴリー	7M^*T	粗度長	相対湿度	熱容量	TA	TB
		—	cm	—	cal cm ⁻² k ⁻¹	℃	℃
1.	森林	0.151	100	1.00	4.22	9.06	27.6
2.	水域	—	—	—	—	—	—
3.	裸地	0.153	5.53	1.00	2.98	11.2	30.9
4.	低密度高層集落	0.161	240	0.550	4.54	11.6	33.6
5.	低密度低層集落	0.201	61.3	0.550	3.17	12.3	34.6
6.	高密度高層集落	0.204	960	0.200	8.86	14.2	45.4
7.	高密度低層集落	0.231	109	0.289	3.22	14.3	41.0

4. NOAAデータによるモデルの検証

福岡市周辺のNOAAデータ（幾何補正をしたNOAA画像上で任意の13個の地域を選出したもの：1990年2月20日、1990年8月14日）と、計算値とを比較した。このとき土地の被覆分類は、LANDSAT TM（1984年5月22日）のBAND1～5, 7のデータを、7つのカテゴリー³⁾に分類したものを使用した。

NOAAデータと計算値の関係を図1に示す。

TA: 地温, 1990年2月20日14時5分

TB: 地温, 1990年8月14日14時15分

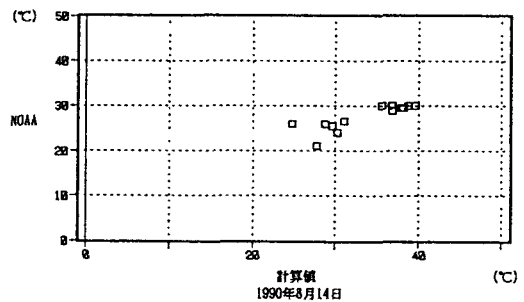
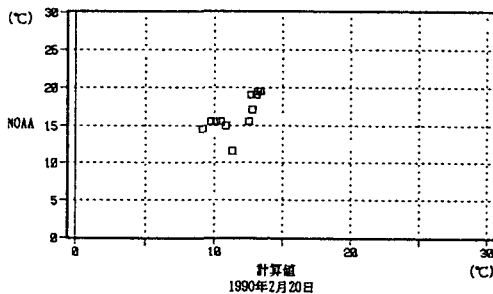


図1. NOAAデータと計算値の関係

5. 考察

計算値とNOAAデータを検討した結果、2月、8月とも相関が認められる。ただし、絶対値については、まだ良好な一致を見るにいたっていない。

《参考文献》

- 1) L. O. Myrup: J. Appl. Meteor, vol. 8, pp. 908-919 (1969)
- 2) H. Lettau: J. Appl. Meteor, vol. 8, pp. 828-832 (1969)
- 3) 永嶋聡志、上野賢仁、井村秀文、楠田哲也: 環境システム研究, vol. 18, pp. 101-106 (1989)