

都市の熱環境構造解析

ーリモセンデータによる北部九州諸都市の解析ー

九州大学工学部 学生員 前田利家 瓜生良知 上野賢仁
九州大学工学部 正 員 井村秀文

1. はじめに

都市への人口・経済活動の集中とともに、高層ビル化、コンクリート化、緑地の減少など地表面の改変（物理的特性の変化）が進んでいる。このために、湿度低下・乾燥化、夜間放熱の増大などの変化が生じ、ヒートアイランド現象と呼ばれる都市気候の変化が起きている（図1,2,3）。また、都市が巨大化するにつれて、冷暖房や自動車交通のための都市内エネルギー消費（人工排熱）が増大し、ヒートアイランド現象は助長される。

都市の熱環境は地表面の被覆状態、人工排熱および地域の気象特性によって決定される。特に、都市化に伴う緑地の減少、コンクリート化といった地表面被覆状態の変化がヒートアイランドの成因として重要な役割を果たしている。本報告では、特にヒートアイランド現象と緑地（緑被率）、都市規模（市街地面積等）との関係を定量化することを目的に、熱収支モデル¹⁾とリモセンデータ（輝度温度、被覆分類）を用いて解析を行う。

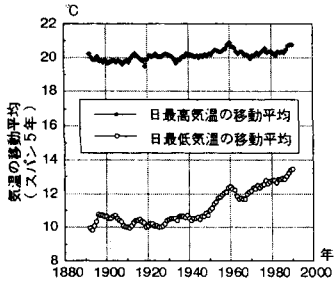


図1 福岡市の過去の気温の変化

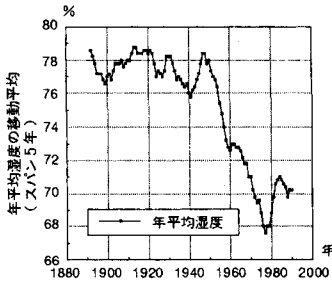


図2 福岡市の過去の相対湿度の変化

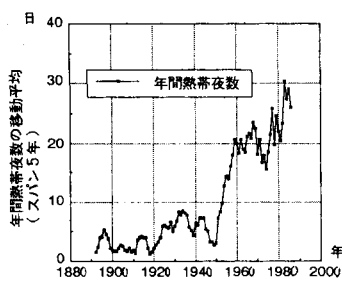


図3 福岡市の過去の熱帯夜数の変化

2. 緑被率とリモセン輝度温度の関係

2-1 緑被率とリモセン輝度温度との比較

リモセンの被覆分類図の各メッシュごとに緑地の占める割合を求め、緑被率分布図を作成し、海域を除いた解析範囲（北部九州地方）について、緑被率分布図と1988年4月22日午前10時頃のLANDSAT TM輝度温度分布図の相関を調べた（図4）。

2-2 緑地による効果の定量化

一次元熱収支モデルによって得られた計算温度と蒸発能との関係を図5に示す。蒸発能を緑被率に対比させれば、図4と図5はよく似た特徴を示している。しかし、緑被率（蒸発能）が0付近および1付近では曲線の形状がかなり異なっている。特に、図4において、緑被率が1に近くなると、温度分布のパラツキが大きくなっている。その原因として、森林と草地、樹種の違い等の要因を考慮せずに緑被率を定義していること、森林地域には標高が高いために低温となる地域がかなり含まれることが指摘できる。

図4と図5とをより正確に比較するためには、緑被率と蒸発能の対応関係についてさらに検討が必要である。

海域を除いた解析範囲について、LANDSAT TM輝度温度分布図を用いて解析範囲内の最低温度（ T_{min} ）、最高温度（ T_{max} ）を求めた。ここで、

$$\Delta t = (T - T_{min}) / (T_{max} - T_{min}) \quad (1)$$

と置く。また、緑被率を η とし、

$$\xi = 1 - \eta \quad (2)$$

で市街化率を定義する。市街化率 ξ と温度 Δt との関係を次式によって解析した。

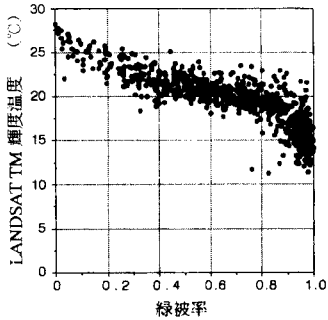


図4 LANDSAT TM 輝度温度と緑地率分布図との相関

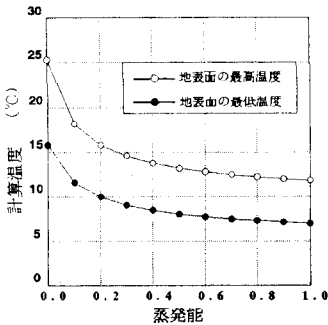


図5 計算温度と蒸発能の関係

$$\Delta t = \xi^\alpha \quad (3)$$

海域を除いた解析範囲について、 ξ と Δt の相関を図6に示す。両辺の対数を取り、回帰式より α を求めた。解析範囲において、 $\alpha = 0.23 \sim 0.36$ の結果が得られた。

3. 都市化とヒートアイランド強度の検討

3-1 都市化と地表面温度分布

(1) 都市の輝度温度分布

LANDSAT TM輝度温度を用いて、解析範囲内の18都市（福岡市、佐賀市、熊本市、久留米市等）について温度分布を求めた。

それぞれの都市の中心部の温度が高いことが確認された。

(2) 都市の中心部からの距離と輝度温度の関係

LANDSAT TM輝度温度分布図を用いて、解析範囲内の18都市について、都市中心部からの距離と輝度温度分布の関係について検討した。

図7は、佐賀市中心部からの距離が大きくなるとともに温度が低下する様子を示す。

3-2 都市化とヒートアイランド強度の関係

3-1の結果により、都市化とヒートアイランド強度の関係について考察を試みた。

(1) 都市の温度と郊外の温度

解析範囲内の18都市について、最高温度をLANDSAT TM輝度温度分布図より求め、これを都市の代表温度とした。

郊外の温度は、近接する都市が存在するかないかなどによって異なり、一概には決めることはできない。今回は郊外の温度を緑被率が1である地域の温度として設定した（値としては 15°C ）。また、都市と郊外との温度差をヒートアイランド強度とした。

(2) 都市化の指標

都市化の指標として、人口、市街化区域半径及び商業地域半径を用いた。以上の3項目とヒートアイランド強度の関係を調べた。この結果、図8~10に示すような関係が得られた。

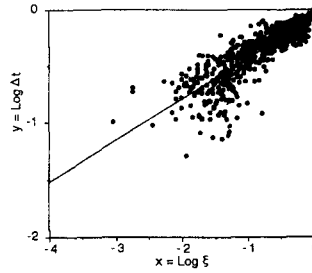


図6 ξ と Δt の相関

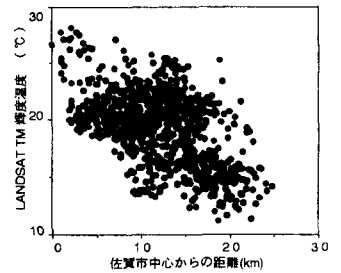


図7 中心部からの距離と輝度温度

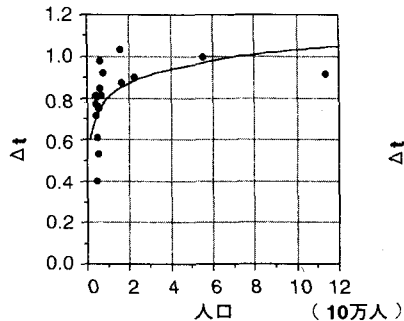


図8 人口とヒートアイランド強度の関係

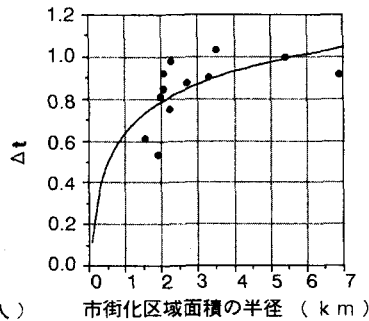


図9 市街化区域半径とヒートアイランド強度の関係

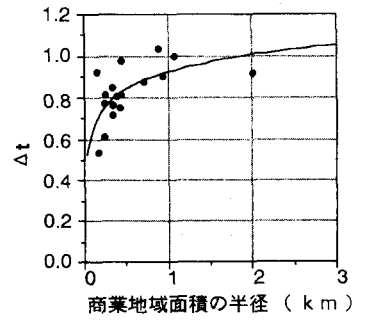


図10 商業地域半径とヒートアイランド強度の関係

4. 結論

本研究では、(1)緑被率とLANDSAT TM輝度温度の関係を定量的に比較・検討した。その結果、両者の関係について、一定の相関を得た。(2)リモセンデータを用いて、都市化とヒートアイランド強度の関連づけを試みた。市街地の拡大とともにヒートアイランド強度が強まることを確認した。(1)については、熱収支モデルから得られる計算温度と対比させた定量的検討（緑被率と蒸発能の関係）をさらに詳しく行なっているところである。また、メッシュごとの緑被率だけでなく、隣接するメッシュとの関係等についても検討している。(2)については、都市サイズの拡大に伴うヒートアイランドの発達について今後さらに検討したい。

《参考文献》

- 1) 上野賢仁, 森圭太郎, 前田利家, 瓜生良知, 井村秀文: 環境システム研究, Vol. 20, pp. 262~269, 1992.