

II-73

衛星データを用いた仙台市の熱環境評価

東北大学大学院 学生員 ○高村 利峰
 東北大学大学院 正会員 風間 聡
 東北大学大学院 フェロー 沢本 正樹

1. はじめに

今日、都市化の進行による局所的な気候変化が指摘されており、その代表的なものがヒートアイランドと呼ばれている現象である。

本研究では、LANDSAT/TM や AMeDAS データをもとに、仙台市中心部において熱収支式を用いた数値計算を行い、都市温暖化現象について評価することを目的とする。

2. 熱収支式

熱収支式として、地表面での上向き・下向き放射と顕熱・潜熱フラックスの総計 $F(t)$ が周期一日の正弦関数で与えられることを仮定した強制復元法を近藤¹⁾にならって用いる。

$$\frac{\partial T_s}{\partial t} = \frac{F(t)}{(\lambda c / 2\omega)^{1/2}} + \omega(T_s - T_1) \quad (1)$$

$$F(t) = (1 - \text{ref})S^\downarrow + L^\downarrow - \sigma T_s^4 - H - E \quad (2)$$

3. 計算条件

計算対象領域として、以下の fig.1 に示された仙台市中心部の 10km 四方の領域を抽出し、メッシュサイズを 125m に設定した。

次に、国土数値情報の土地利用ファイルから各ピクセルを水田域、水域、森林域及び都市域に分類し、都市域と判定されたピクセルには人工熱 Q を加える。人工熱として電力、ガス、及びガソリンを考え、仙台市のエネルギー消費量データに人口及び交通量による重みをつけて分布させた。

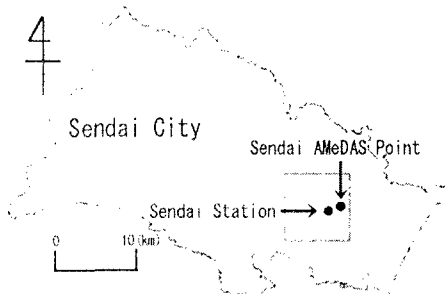


fig.1 計算領域

また新しいステップの気温 T_i を求める際に、 T_i と前ステップ気温 T_{i-1} 、地表面温度 T_s との重回帰分析をカテゴリー毎に行い、係数を決定した。このうち、都市域の重回帰係数を fig.2 に示す。

$$T_i = m_1 T_{i-1} + m_2 T_s + b \quad (3)$$

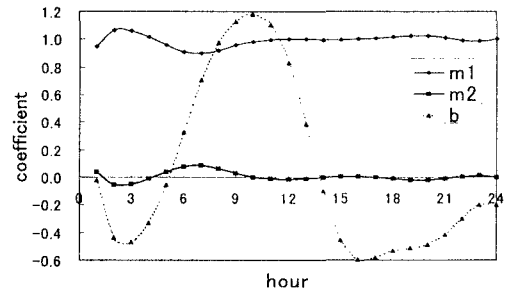


fig.2 都市域の重回帰係数

fig.2 から T_{i-1} の影響が大きいものに対して、 T_s の係数が非常に小さい値となっていること、そして m_1 と m_2 の位相が逆になっていることがわかる。

4. 衛星データの適用

4. 1 地表面温度の算出

地表面温度 T_s の初期条件を求める際に LANDSAT/TM の 1997 年 12 月 26 日 9:50AM のシーンを使用した。熱赤外域の波長帯である Band6 を稲永²⁾にならって地表面温度に変換した。

$$\begin{aligned} & \{ (V/255) \cdot (1.896 - 0.1534) + 0.1534 \} / 1.239 = \\ & 5.1292 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 - 1.7651 \cdot 10^{-2} \cdot T + 1.6023 \\ & T' = 0.61 \cdot T + 3.98 \end{aligned} \quad (4)$$

ここで、 V は Band 6 の CCT 値、 T は観測輝度温度 (K)、 T' は補正後の観測輝度温度 (°C) である。

4. 2 アルベドの推定

地上からの反射光束としては、LANDSAT/TM の 1~5, 7 の 6 バンドを使用し、入射光束は仙台管区気象台による全天日射量を各バンドの波長帯に合わせて分割することでバンドアルベドを求め、各波長帯の重み平均をつけてアルベドを推定した。

なお、仙台管区気象台でのラジオゾンデによる高層観測データをもとに大気補正を行っている。

5. 結果および考察

5. 1 気温の温暖化傾向

TM の観測時刻である 1997 年 12 月 26 日 10:00 a.m. から 30 年後までの気温変動量を計算した。

計算開始時及び計算開始 30 年後における都市域(アメダスポイント)の年間日平均気温変動を fig.3 に示す。

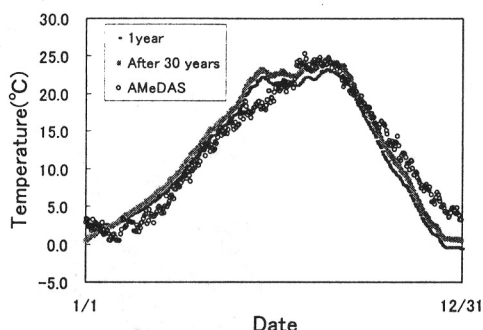


fig.3 都市域における年間気温変動

全体的に冬季よりも夏季において気温上昇量が大きく、30 年間で気温が約 1.3℃ だけ上昇したが、その原因としては、気温が上昇することによってエアコン等の電力消費量が増大し、その結果として大気への排出熱も増加し、気温がさらに上昇するためであると考えられる。

5. 2 推定気温の空間分布

計算開始時及び計算開始 30 年後の夏季(8/15)と冬季(2/15)の午前 2 時における推定気温の空間分布を fig.4 から fig.7 に示す。

都心部では等温線の間隔が短く、いずれの季節も 30 年後には高温域が拡大しているのに対して、郊外ではほとんど気温の変化は見られないため、ヒートアイランド強度が増大していることがうかがえる。都心から 1km 離れると、30 年後の 2/15 で約 0.8℃、8/15 で約 2℃ の気温降下が見られた。謝辞：本研究では宇宙開発事業団からデータの提供を受けた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 近藤純正編書：水環境の気象学，朝倉書店，1994.
- 2) 稲永麻子・竹内章司・長谷川泉：LANSATSAT/TM データによる 1984 年と 1994 年の東京都の地表面温度の比較，(社)日本リモートセンシング学会 第 19 回学術講演会論文集，p91-92，1995.11.

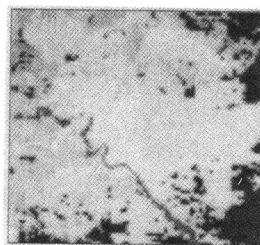


fig.4 推定気温分布(1 年目 2/15 2:00a.m.)

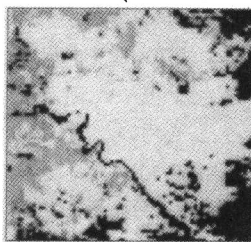


fig.5 推定気温分布(30 年目 2/15 2:00a.m.)

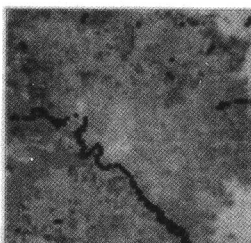


fig.6 推定気温分布(1 年目 8/15 2:00a.m.)

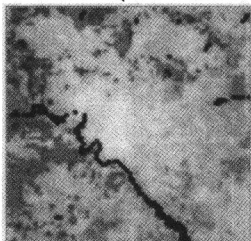


fig.7 推定気温分布(30 年目 8/15 2:00a.m.)