

II - 6

衛星データを用いた仙台市の都市環境評価

東北大学大学院 学生員 ○高村 利峰

東北大学大学院 フェロー 沢本 正樹

1. はじめに

今日、地球温暖化に関する諸問題が社会的な関心を集めているが、一方で都市化の進行による局所的な気候変化が生じていることも見逃すことのできない事実である。その代表的なものがヒートアイランドと呼ばれる現象であり、人類の生産活動による多大なエネルギーの消費がわれわれ自身にとって悪影響を及ぼすことが危惧されている。

本研究では、中規模で比較的自然の多い都市として仙台市を選び、LANDSAT/TM や AMeDAS のデータをもとに、簡易な都市気象に関する式を用いた数値計算を行い、ヒートアイランドの傾向を定量的に評価することを目的とする。

2. 都市気象の簡略モデル

都市が気温に与える影響は人工熱、地表面の変化による蒸発量の減少、そして構造物の蓄熱効果など様々であるが、ここでは、風速 U によって輸送された顕熱 ΔH 、人工熱 Q と、風下で気温が上昇するための熱量が等しいと仮定した近藤¹⁾による都市気象モデル(図-1 参照)を2次元に拡張したものを用いる。顕熱輸送量はバルク式で表し、昇温量を ΔT とすると、

$$\Delta T = \frac{Q + c_p \rho C_H U \Delta T_s}{c_p \rho U (C_H L_u + h)} L_u + \frac{Q + c_p \rho C_H V \Delta T_s}{c_p \rho V (C_H L_v + h)} L_v$$

ここで、 ΔT_s は地表面温度の変化量(℃)、 U 、 V はそれぞれ x 、 y 方向の風速(m/s)、 L_u 、 L_v はそれぞれ x 、 y 方向の風向に沿った長さ(m)、 h は混合層高度(m)である。

このモデルは気温の実測値が得られない場合にも適用できる利点を持っている。

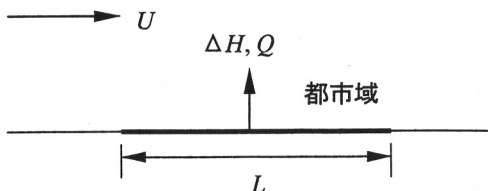


図-1 都市気象モデルの概略図

3. 衛星データの適用と初期条件

本研究で対象とした領域は仙台市の中心部である仙台駅西側の2.28km四方の範囲である。1ピクセルのサ

イズはTMのピクセルサイズである28.5mの4倍に相当する114mに設定し、キューブリックコンポリューション法を用いてリサンプリングを行った。また、GISソフトを用いてメッシュ化した仙台市全域データとTMの位置合わせを行った。今回使用したシーンは雲量の少ない1996年4月27日9:25am、1997年12月26日9:50amのいずれもパス107/ロウ34(シーンセンター移動)の2シーンであり、熱赤外(バンド6)の波長帯のCCT値を稲永²⁾にならって地表面温度に変換した。

$$\{(V/255) \cdot (1.896 - 0.1534) + 0.1534\} / 1.239 =$$

$$5.1292 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 - 1.7651 \cdot 10^{-2} \cdot T + 1.6023$$

$$T' = 0.61 \times T + 3.98$$

ここで、 V はバンド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(℃)である。

この変換式を用いて算出した1997年12月26日における地表面温度の空間分布を以下の図-2に示す。

一般的に、山側から海側に向かって地表面温度が徐々に上昇していく様子がうかがえる。

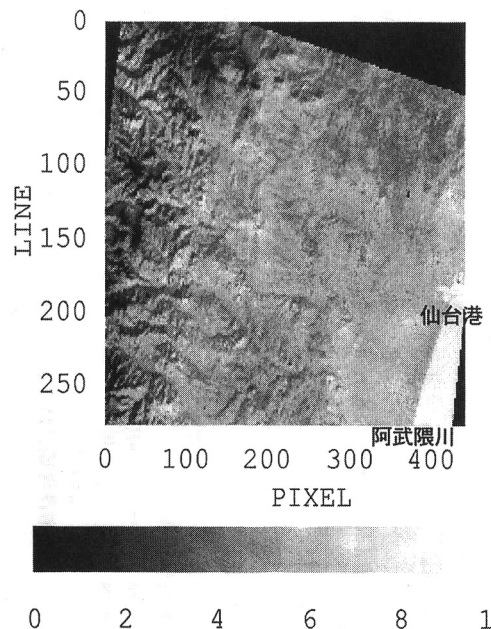


図-2 1997年12月26日の地表面温度分布(℃)

その傾向を確認するため、各シーンにおいて国土数値情報の土地利用ファイル ks202 のカテゴリ7(高層建物等), 8(民家等), 9(幹線交通用地)に属するピクセルを取り出し、5つの区ごとに平均地表面温度を算出した(表-1、表-2)。

表-1 カテゴリ別平均地表面温度(96.04.27)

区名	category7	category8	category9
青葉区	18.21	18.21	17.41
泉区	18.25	18.44	17.97
太白区	18.09	18.00	18.00
宮城野区	18.97	18.61	18.97
若林区	18.90	18.82	18.81

表-2 カテゴリ別平均地表面温度(97.12.26)

区名	category7	category8	category9
青葉区	5.59	5.68	5.48
泉区	5.61	5.51	5.52
太白区	5.99	6.11	6.13
宮城野区	5.90	5.81	5.87
若林区	5.96	5.99	5.84

これらの表によれば、カテゴリ間では大きな温度差は見られないが、同一日では海に面している宮城野区、若林区の温度が高くなっていることがわかる。

そこで、都心部よりも西側において地表面温度が低いために生じた気温との温度差が顕熱の原動力となり、西風によって都心部に輸送されると仮定し、前述の都市気象モデルを用いて、北西方向からの風が吹いていた97年のシーン観測時刻(午前9時50分)における郊外から仙台駅までの昇温量を計算した。計算範囲は仙台駅を東南端とした20×20ピクセルに設定し、仙台管区気象台の風向風速データをもとに北北西の風3m/sを初期条件として与えた。ただし、この風速を多田³⁾にらって地上風速に変換した値を用いている。また、人工熱は齋藤⁴⁾によるエネルギー消費密度マップをもとにして各ピクセルに与えた。

4. 計算結果

前述の条件をもとにして計算された昇温量の分布を以下の図-3に示す。全体的には仙台駅を中心に放射状の分布をしており、等温線の間隔は仙台駅に近づくにつれて密になっている様子がわかる。この傾向は主に初期条件として与えた人工熱の分布の影響によって生じている。つまり、午前10時付近の段階では日射による地表面の加熱が十分に行われておらず、大気との温度差が少ないため、顕熱輸送の割合が低いことが主な要因として考えられる。また、昇温量の最大値は仙

台駅において0.31℃であり、この時刻ではヒートアイランドがほとんど形成されていないことになる。

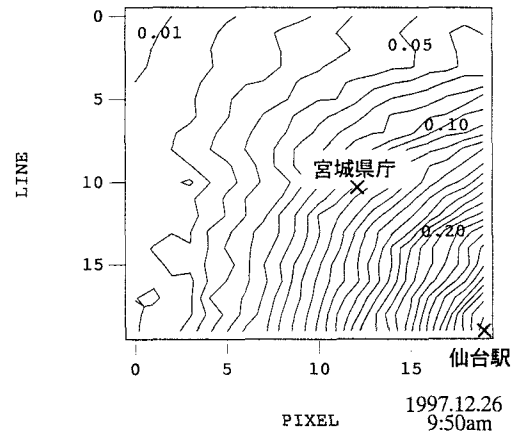


図-3 郊外からの気温上昇量分布(℃)

5. おわりに

前述の稲永らはTMの夜間データを用いて地表面温度が都心部から郊外にかけて連続的に低下する傾向をよく再現していたが、本研究で使用したTMの昼間データではその傾向がはっきりと見られず、数値計算によるヒートアイランド強度も低い値を示した。この結果は日中においては都心、郊外ともに日射の影響が支配的であり、温度差はあまり生じないが、夜間においては人工熱の影響が都心では残存するため、郊外との温度差が日中よりも拡大することに対応している。

今後も人口増大にともなったエネルギー消費量の拡大や緑地面積の減少が予想されるため、ヒートアイランド現象に対する継続的な監視が必要である。

なお、本研究に使用したLANDSAT/TMデータは、宇宙開発事業団からの提供を受けたものである。ここに記して謝意を表明する。

参考文献

- 1) 近藤純正編著：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：LANDSAT/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、91-92、1995.11。
- 3) 多田毅：植生の混在する都市域における蒸発散量の簡易な推定、水文・水資源学会誌、Vol.9, No.1, 23-30、1996。
- 4) 齋藤武雄：ヒートアイランド、講談社ブルーバックス、1997。