

衛星画像解析を用いた長崎市におけるヒートアイランド現象に関する研究

長崎大学大学院 学生員○郭 維瑞 長崎大学大学院 学生員 柴田 諭志
 長崎大学工学部 正会員 立入 郁 長崎大学大学院 正会員 後藤恵之輔

1. はじめに

ヒートアイランド現象は、都心部の気温が郊外に比べて島状に高くなる現象である。現在、都市化に伴い、都市の急激なスプール化、緑の減少や人工排熱の増加などにより、ヒートアイランド現象がますますひどくなっている。ヒートアイランド現象は大都市において特に顕著に現われている。例えば、東京では過去 100 年間で平均気温が約 3℃上昇しており、都心と郊外の温度差は最大 6℃にも達している¹⁾。しかし、中小規模の都市におけるヒートアイランド現象がどの程度進んでいるかは、ほとんど研究されていないのが現状である。そこで本研究では、地方都市の事例として長崎市を取り上げ、衛星リモートセンシングを用いて、ヒートアイランド現象がどの程度進んでいるか調べた。

2. 研究手法

ヒートアイランド現象が最も顕著に表れるのは真冬の夜間から早朝であるといわれる¹⁾。ここでは、真冬のデータに加え、比較対象として真夏についても解析を行った。本解析では日中の Landsat-5 号/TM データを利用し、解析を行った。表 1 に解析に用いた衛星データの観測日時を示す。また、表 2 に観測日の気温と天気概況を示す。

解析には、地球観測衛星 Landsat-5 号/TM データを用いた。TM データは可視光域から赤外域の波長域に band1 から band7 までの 7 つの波長帯を持ち、空間解像度は 30m (熱赤外線域の波長帯を持つ band6 のみ 120m) である。本研究は地表面温度に関する解析を行うため band6 (熱赤外線域) を利用して、解析を行った。

画像 1 に本研究で対象とした長崎市及び周辺の衛星画像を示す。解析手順として、まず解析する領域を切り出し、幾何補正を行った。幾何補正した画像を基に地表面放射温度を求める際は、式 (1)、式 (2) を用いて放射温度を算出し、長崎市における温度分布図を作成した。

表1: 地表面温度の解析に用いた衛星画像

季節	観測日	観測時刻	雲量(%)
冬	1991.1.18	10:14:02AM	20
	2001.1.29	10:33:39AM	40
夏	1984.8.10	10:23:18AM	20
	1996.8.11	10:09:30AM	20

表2: 観測日の気温及び天気概況

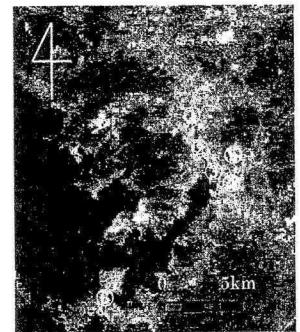
季節	観測日	観測時刻	気温(℃)	天気
冬	1991.1.18	10:00	5.5	快晴
	2001.1.29	10:00	4.7	晴時々曇
夏	1984.8.10	9:00	29.6	晴
	1996.8.11	10:00	30.6	晴

$$R = \frac{(V/D_{max}) \times (R_{max} - R_{min}) + R_{min}}{L} = \frac{(V/255) \times (1.896 - 0.1534) + 0.1534}{1.239} \quad \text{--- 式(1) } ^2$$

R : 絶対放射輝度(mW/m² · sr) V : LANDSAT/TM のバンド 6 の DN (デジタル値)
 Dmax : 255 Rmax : バンド 6 の最大放射輝度 Rmin : バンド 6 の最小放射輝度
 L : バンド 6 の幅 1.239 (μ m)

$$T = \frac{1.7651 \times 10^{-2} + \sqrt{-(1.7651 \times 10^{-2})^2 - 4 \times 5.1292 \times 10^{-5} \times (1.6023 - R)}}{2 \times 5.1292 \times 10^{-5}} - 273 \quad \text{--- 式(2) } ^2$$

T = 地表面放射温度 (K)



画像 1: 地表面温度解析対象地域の
 フォールスカラー画像

- ① 住吉, ② 浦上駅周辺, ③ 長崎駅周辺
- ④ 浜町, ⑤ 新大工町, ⑥ 香焼町

3. 解析結果と考察

3.1 解析結果

長崎市において解析を行った各衛星データの地表面温度分布を画像 2 に示す。画像 2 を見ると、長崎市の商業施設が集中している住吉、浦上駅周辺、長崎駅周辺、浜町及び新大工町における温度が高いことがわかった。これは観測時の 10 時頃には、多くの商業施設で営業が始まり、空調による人工排熱量がピークに近くになっているためだと考えられる。夏の温度分布図（画像 2 (c) (d)）を見ると、長崎市の中心部の温度が周辺より高く示されている。長崎市の中心部及び郊外における真冬、真夏の平均温度を表 3 に示す。この平均温度は商業地区及び周辺の住宅地と長崎市周辺に任意の数点ずつを取り、その平均値を示したものである。この温度差から、長崎市においてもヒートアイランド現象が起きていることがわかった。一方で、商業施設集中区域以外にも、香焼町付近で温度が高い地域が見られる。これは造船工場等の工業区域であり、人工排熱が大きくなっていると考えられる。

3.2 考察

真冬、真夏の日中の地表面温度に見てみると、空調など建物に起因して発生する建物排熱、工場などの生産活動に伴うエネルギー消費によって生ずる工場排熱、商業業務施設が集積した地区排熱などがあり、これら人工排熱の増加がヒートアイランド現象を促進しているものと考えられる。

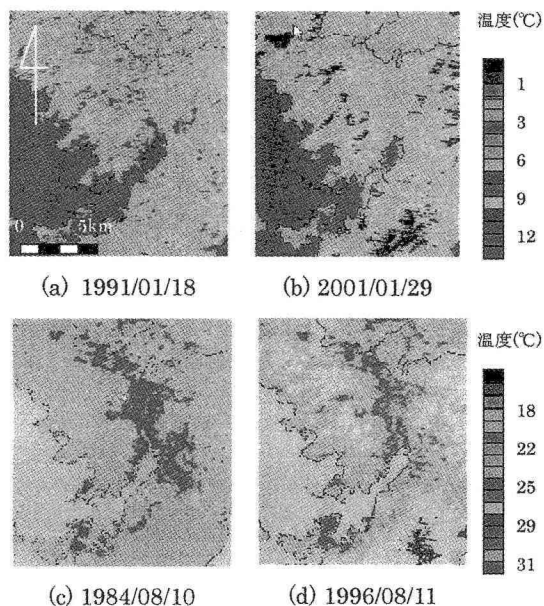
4 まとめ

今回の衛星リモートセンシングを用いた解析において、地方都市である長崎市においてもヒートアイランド現象が確認された。地表面温度の解析結果から、人口や産業が集中することによる人工排熱の増加が、ヒートアイランドを形成する一つの要因であると考えられる。

以上のことから、都市におけるヒートアイランド現象の抑制には、大きな原因の一つである人工排熱の抑制措置が講じられる必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 三上岳彦：東京の事例を中心に、環境情報科学, 32-3, pp32-36, 2003
- 2) <http://www.green.gifu-u.ac.jp/~akiyama/kawamura/others/LandsatCalibration/LandsatCalibration.html>



画像 2 長崎市の地表面温度分布

表3-1 長崎市の真冬の平均温度対比表

観測日	市内地区	平均温度(°C)	郊外地区	平均温度(°C)
1991/1/18 温度差 ²⁾ : 1.14°C	住吉	7.29	東長崎	5.62
	浦上駅周辺	7.08	西長崎	5.46
	長崎駅周辺	7.08	南長崎	6.96
	浜町	6.46	北長崎	6.13
	新大工町	8.03	香焼町	7.95
	市中心部平均	7.19	郊外平均 ¹⁾	6.04
2001/1/29 温度差 ²⁾ : 2.09°C	住吉	6.29	東長崎	3.24
	浦上駅周辺	5.58	西長崎	4.44
	長崎駅周辺	6.45	南長崎	4.44
	浜町	5.90	北長崎	5.11
	新大工町	6.54	香焼町	8.94
	市中心部平均	6.15	郊外平均 ¹⁾	4.31

表3-2 長崎市の真夏の平均温度対比表

観測日	市内地区	平均温度(°C)	市外地区	平均温度(°C)
1984/8/10 温度差 ²⁾ : 2.76°C	住吉	25.71	東長崎	23.47
	浦上駅周辺	26.16	西長崎	22.75
	長崎駅周辺	28.38	南長崎	24.68
	浜町	26.49	北長崎	24.33
	新大工町	26.10	香焼町	27.44
	市中心部平均	26.57	郊外平均 ¹⁾	23.81
1996/8/11 温度差 ²⁾ : 3.33°C	住吉	26.14	東長崎	23.18
	浦上駅周辺	27.33	西長崎	24.05
	長崎駅周辺	27.42	南長崎	23.40
	浜町	27.01	北長崎	23.61
	新大工町	26.59	香焼町	28.69
	市中心部平均	26.90	郊外平均 ¹⁾	23.56

注 1: 郊外平均は香焼町を含めない

2: 温度差 = 市中心部平均 - 郊外平均