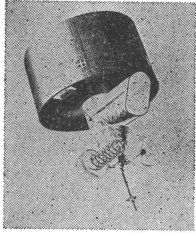


宇宙から見た気象——No. 47

中小都市の熱環境



ひまわり 3号

土 屋 巖*

1. はじめに

1984年3月、ランドサット5号が軌道に乗り、日本では宇宙開発事業団がデータの受信と提供を開始した。5号には、1～3号にあったMSS(Multispectral Scanner)にTM(Thematic Mapper)が加わったので(第1表参照)、そのバンド5と7を利用した積雪と雲の区分や、バンド6による地表の熱的環境の表現が可能である(Colwell *et al.*, 1983; Markham and Barker, 1985; U.S. Geological Survey, 1984)。ここでは、大気の窓領域である熱赤外のバンド6による解析例を示す。

バンド6の地上瞬時視野120mは、ほぼ同じ熱赤外領域を使うNOAAシリーズの直下点1.1kmのほぼ10倍の解像度に相当する。NOAAは大都市のヒートアイランド現象や広域の地表温度の解析では有効であるが(徳野, 1984; 土屋, 1982a), 中小都市については利用できる場合が少なく(土屋, 1982b), さらに細かな都市内河川や緑地の熱的環境の調査への利用は困難であった。

東北の日本海沿岸にあって、人口ではほぼ同規模の10万人前後あるが、工場造成地の多い港湾商工業都市の酒田と、城下町で緑被率の高い文教商業都市の鶴岡について、両都市の熱的環境を比較する手段として、ランドサットTMのバンド6が有用であることを示したい。

2. 解析結果と考察

口絵の第1図は、口絵写真1の原スライドを地形図に投影して、CCT(電子計算機適合テープ)数値141～150と151以上の領域の概略を酒田周辺について示したものである。第2図はライン番号ごとのCCT数値をピク

第1表 ランドサット5号のセンサー

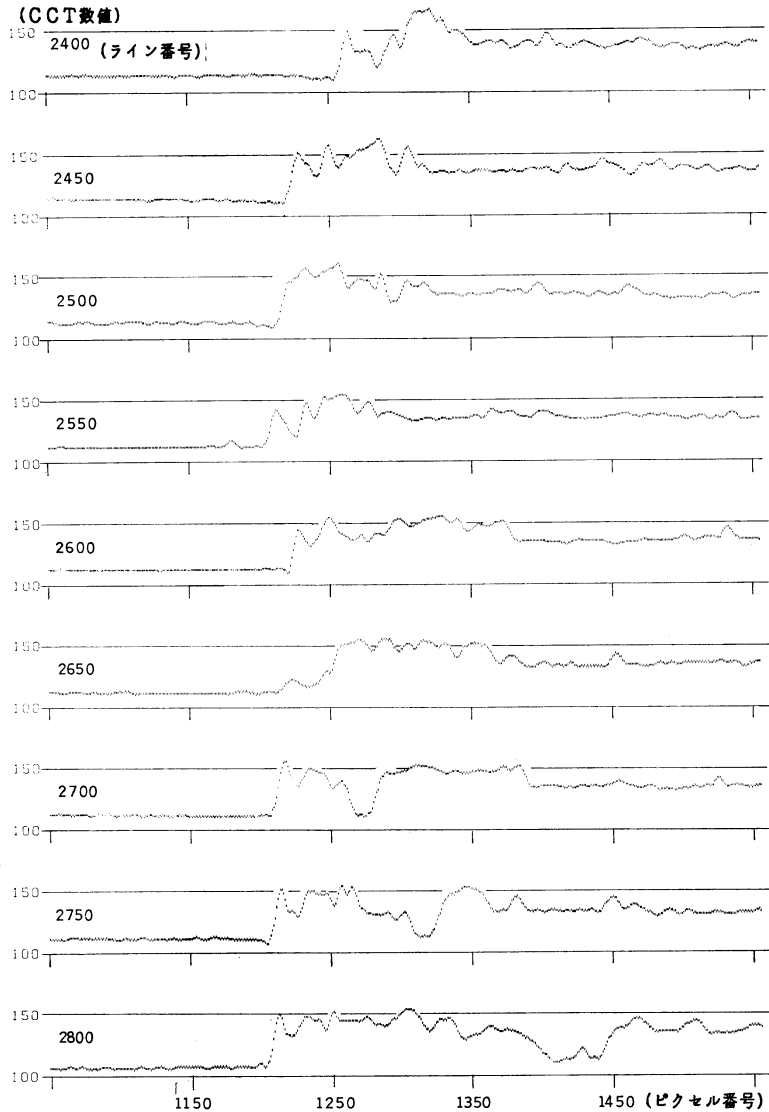
バ ン ド	TM (μm)	MSS (μm)
1	0.45—0.52	0.5—0.6
2	0.52—0.60	0.6—0.7
3	0.63—0.69	0.7—0.8
4	0.76—0.90	0.8—1.1
5	1.55—1.75	
6	10.40—12.50	
7	2.08—2.35	
地上瞬時視野 (Ground IFOV)	30m (バンド 1-5, 7)	82m (バンド 1-4)
	120m (バンド 6)	

セル番号ごとに示したものである。2つの図より、市街化部分で数値が高くなっていることがわかる。CCT数値が高いほど高温部に対応するようになっているので、これらの図は都市ヒートアイランド現象を表現している。

第3図と第4図は、それぞれ同じようにして、鶴岡周辺について示したもので、口絵写真2に対応する。酒田と同じように、都市ヒートアイランド現象が認められるが、その程度は弱い。

ランドサット5号が日本上空を通過する9時半から10時前後という時刻は、都市ヒートアイランド検出の最適時刻というわけではない。14時過ぎから夜半にかけてのほうが、暖まりやすく冷めにくいアスファルト舗装の特色がよく反映されるが(土屋, 1984, 1985a), 中小都市の場合、周辺が田園地帯で市街化部分が集約していると、昼前の10時前後であっても、前述の説明のような島状の高温部が認められる。

* Iwao Tsuchiya, 国立公害研究所環境情報部。



第2図 第1図のライン番号ごとのバンド6の CCT 数値プロファイル。

CCT 数値 T_c を実際の温度に変換する場合には、いくつかの問題点を解決しなければならないが、センサーの搭載前のテスト結果と、ある条件下において 0°C が保証できる広い残雪地帯をテストサイトにして、同じ TM データにより求めた CCT 数値 78 とを使うと (土屋, 1985b), 次の経験式を目安に使うことができる。

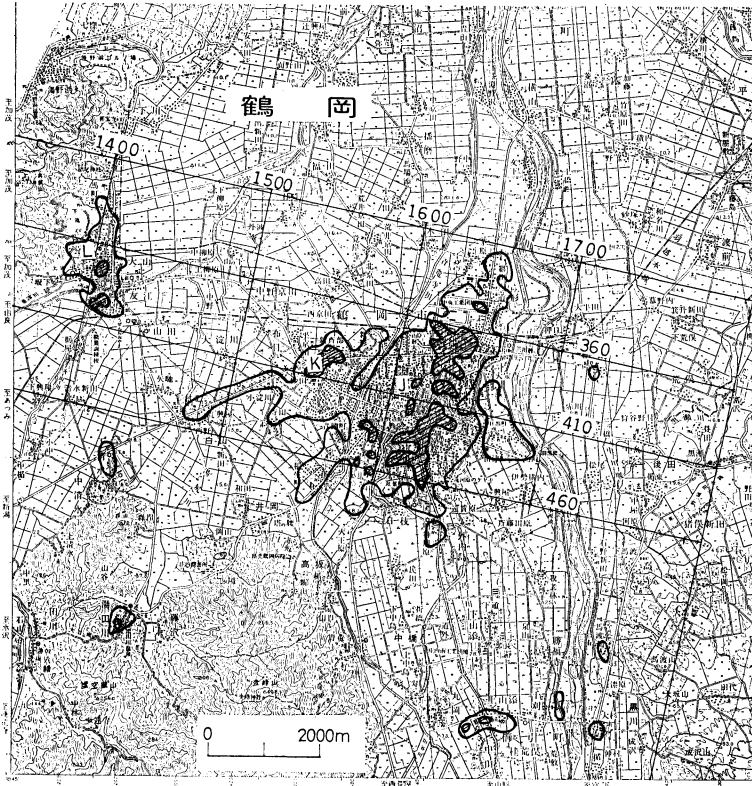
$$T_s = a(T_c - 78) \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 T_s は地表温度 ($^{\circ}\text{C}$)、 a は単位 CCT 数値についての変化量 ($^{\circ}\text{C}$) である。 a を設計値の 0.5°C

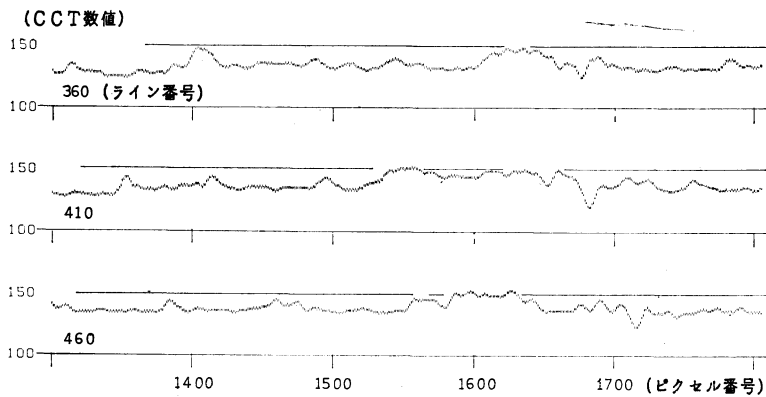
とすると (今後、検討の最も必要なものであるが)、

$$T_s = 0.5T_c - 39 \dots\dots\dots (2)$$

(2) 式を使うと、第1図と第3図に示した実線に囲まれた領域内は $31.5\sim 36^{\circ}\text{C}$ 、その内側の影をつけた部分は 36.5°C 以上と算定できる。また、第2図と第4図を併用することによってさらに細く算定できる。酒田北港背後の工場造成地 (第1図のA) は 40°C 以上、港の沖 (B) では 18°C 、最上川の下流もほぼ同じであるが、河川水は北向きに拡散しているので、河川水の南側 (C)



第3図 ランドサット5号の TM バンド6 による鶴岡市周辺の地表熱分布図 (1984年6月4日9時49分)。図形式は第1図と同じ。



第4図 第3図のライン番号ごとのバンド6の CCT 数値プロフィール。

には 15°C 以下の部分がある。酒田市周辺の水田地帯が 32°C 前後であり、市街高温部 (D) が 36°C 以上であるのに対し、光ヶ丘の運動公園を含む松林の多い海岸砂丘地帯 (E) や、新井田川河口の酒田港に近い日枝神社

周辺 (F) などは 32°C 以下で、都市ヒートアイランド (urban heat island) の中に点在するクールアイランド (cool island) になっていることがわかる。さらに、最上川河口の南で市街化の進み出した宮野浦地区では、植

生の少ない砂浜 (G) が高温になるが、隣接の海岸砂丘の松林 (H) はクールアイランド化し、住宅や工場用地として造成後間もない地域 (I) は、植生の少ないこともあってかなり高温化していることがわかる。

このような都市周辺の地表の熱環境の解釈に際しては、土地利用図 (たとえば、国土地理院1980年作成のもの)、カラー空中写真、そして植生図や TM データの他の波長帯を使った画像などが利用できる。

鶴岡市周辺の事例では、城跡公園の緑地帯 (J) の温度は 33°C 以下で低目であるが、都市ヒートアイランドの規模が酒田市より小さく、高温化の程度も少ないので、クールアイランドはめだたない。山形県植生図 (山形県, 1976) に示された緑被率30%以上の住宅地の率が酒田市より高いことが反映したものと見られる。他方、新潟に至る国道7号沿いに立地しはじめた工場地帯 (K) の高温化や、市の西方にある古くからの酒造地である大山 (L) は小さいが明白なヒートアイランドになっていることがわかる。

3. おわりに

筆者は、かつて都市化に伴う熱環境の悪化が夏期に顕著になることに注目して、それを「都市大気汚染」と表現し、都市地表面温度の顕著な上昇が主要原因のひとつであることを説明した (土屋, 1975)。TM の熱赤外データは、地表面温度の分布について、中小都市の規模に至るまで、かなり詳細に前述の熱汚染現象を説明する情報を提供し、それとともに、都市内緑地の役割についても診断が可能であることを示唆している。データ利用についての補正や誤差の問題を含めた吟味を進めているので (土屋, 1985c)、都市間の比較だけでなく、季

節的な違いの検討や永年変化的な現象あるいは夜間のヒートアイランド現象の研究にも有用な知見が得られるようになるものと思われる。

文 献

- Colwell, R.N. *et al.* ed., 1983: Manual of remote sensing, Amer. Soc. Photogrammetry, 2nd ed. 2 vols. 2440.
- Markham, B.L. and J.L. Barker, 1985: Spectral characterization of the LANDSAT Thematic Mapper sensors, *Int. J. Remote Sensing* 6, 697-716.
- 徳野正己, 1984: 地表面温度——宇宙から見た気象, No. 35, 天気, 31, 701-706.
- 土屋 巖, 1975: 自然改造の報復—気候と災害, 日経新書, 221, 173.
- , 1982a: NOAA-6 AVHRR による都市ヒートアイランドの検出, 天気, 29, 555-557.
- , 1982b: NOAA-6 による大都市および中都市ヒートアイランドの検出, 日本リモートセンシング学会第2回学術講演論文集, 197-200.
- , 1984: 都市ヒートアイランド検出に適した条件について, *Ibid.*, 第4回, 1-4.
- , 1985a: ランドサット TM データによるいくつかの都市の同時的熱環境の比較, 日本気象学会1985年春季大会講演予稿集, 118.
- , 1985b: 鳥海山・月山の衛星データに基づく残雪調査(2)—ランドサット TM データによる解析, 昭和60年度日本雪氷学会秋季大会講演予稿集, 272.
- , 1985c: ランドサット TM による中小都市の熱環境解析, 日本リモートセンシング学会第6回学術講演会発表予定.
- U.S. Geological Survey, 1984: Landsat 4 data users handbook.
- 山形県, 1976: 山形県現存植生図, 39図, 10.

NEWS

国際春期学校と国際宇宙技術講座のお知らせ

フランスの CNES (Centre National d'Études Spatiales) では、TOULOUSE で、昭和61年4月14日から25日に Space Environment Technology に関する国際春期学校 (International Spring School) を、また、昭和61年5月10日から21日に Quality Components and Electronic Technology に関する国際宇宙技術講座 (International Course of Space Technology) を開催する予定です。これらの主なプログラムは次の通りです。

<国際春期学校の取り扱うトピックス>

1. Space environment direction
2. Effects on spacecraft and space crew
3. Electrostatic effect
4. Consequences of electrostatic charging on satellites

(以下 638 頁へ続く)

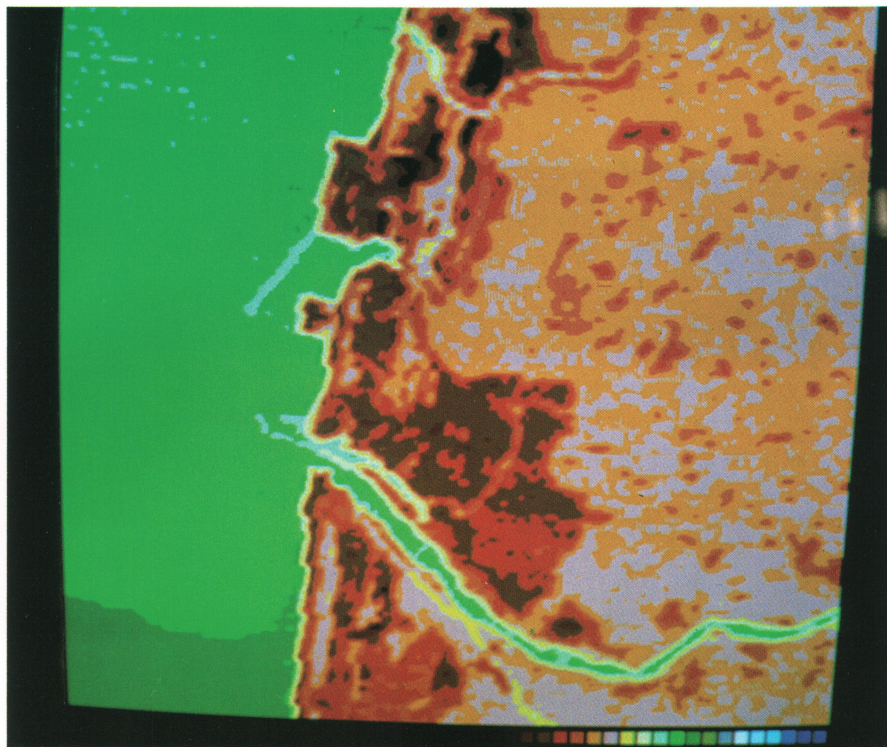


写真1 酒田市周辺の熱画像。1984年6月4日9時49分、ランドサット5号のTMバンド6を使用。次の口絵ページの第1図のメッシュわく内(一部省略)を示す。下の緑は最上川、中央部赤茶と黒色部分は酒田市市街の高温部分を示す。カラー区分は緑から青にかけて低温、区分は約2~2.5℃ごと。

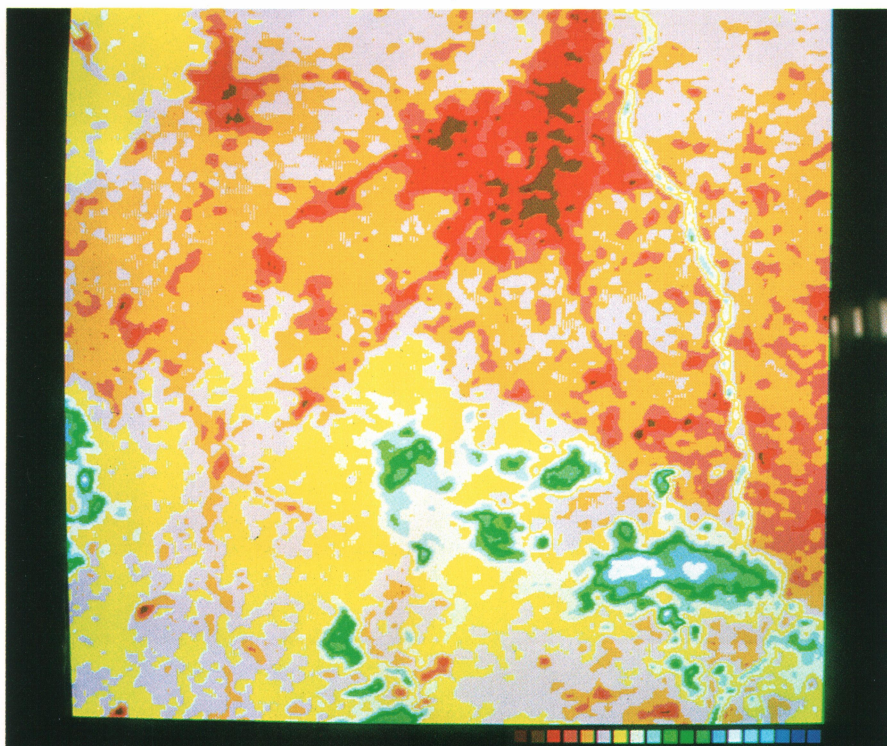


写真2 鶴岡市周辺の熱画像。説明文 633 ページの第3図のメッシュわく内(写真の上部相当部分)を示す。上部中央の赤茶と黒色部分が鶴岡市市街の高温部分を示す。市街右の低温部は赤川、その他は写真1と同じ。

