

ひまわり 8 号による夜間の温度分布について

日大生産工(院) 〇鈴木 真之介 日大生産工 内田 裕貴
江戸川区役所 奥山 健志 日大生産工 杉村 俊郎

1. はじめに

2014年10月7日に打ち上げられた静止気象衛星「ひまわり8号」は2015年7月7日に定常運用に移行した。「ひまわり8号」は従来機と比べ、観測波長帯数が5バンドから16バンド、赤外の空間分解能が4kmから2kmに、全球の観測時間が30分から10分にそれぞれ機能が向上している(表-1)。また日本周辺域では2分半毎に観測が行われている。

本研究では「ひまわり8号」の観測値より輝度温度を算出し、日本の主要都市の地表面温度とその広がりとの比較を夜間において行った。「ひまわり8号」が捉えた都市域における輝度温度の空間的広がりを高次多項式により近似(傾向面分析)することで各都市の熱環境の夜間での特徴を見出すことが出来た。

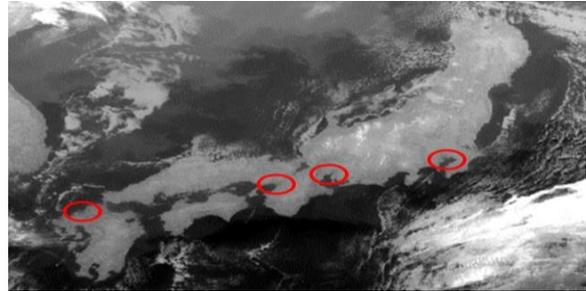


図-1 ひまわり8号の日本周辺域の熱画像
2015年12月9日1:00(JST)、バンド14を使用

2. 使用データ

日本列島が広く晴天域となった2015年12月8日午前1時観測の「ひまわり8号」データ(図-1)を使用して調査を行った。およそ深夜の間、東京、名古屋、大阪、福岡にほぼ雲が無いことを確認した。その後、各都市を中心に約80km四方の領域(経度方向45°,緯度方向40°)を分解能約1kmで幾何補正処理した。

また国土地理院が公開している国土数値情報土地利用細分メッシュデータから市街域を抽出し参照した。メッシュデータのサイズは約100mのため、多数決フィルタ(50%以上の占有率に設定)によりサイズを1kmに調整した後、建物用地(住宅地・市街域等で建物が密集している)で代表されるメッシュを市街域とした。

3. 地表面温度推定

「ひまわり8号」AHIが観測した熱赤外データDN(Digital Number)値は以下の手順で放射輝度(I)、輝度温度(T_b)に変換できる。気象庁より提供される各係数を表-2に示す²⁾。

$$I = \text{gain} \times \text{DN} + \text{offset} \quad \dots (1)$$

$$T_e(\lambda, I) = \frac{hc}{k\lambda} \cdot \frac{1}{\ln\left(\frac{2hc}{\lambda^5 I} + 1\right)} \quad \dots (2)$$

$$T_b = c_0 + c_1 T_e + c_2 T_e^2 \quad \dots (3)$$

表-1 ひまわり6/7号と8/9号の観測機能の比較

波長(μm)	ひまわり8,9号				ひまわり6,7号	
	バンド番号	水平分解像度[km]	中心波長(μm)		チャンネル名	水平分解像度[km]
			ひまわり8号	ひまわり9号		
0.47	1	1	0.47063	0.47059	-	-
0.51	2	1	0.51000	0.50993	-	-
0.64	3	0.5	0.63914	0.63972	VIS	1
0.86	4	1	0.85670	0.85668	-	-
1.6	5	2	1.6101	1.6065	-	-
2.3	6	2	2.2568	2.2570	-	-
3.9	7	2	3.8853	3.8289	IR4	4
6.2	8	2	6.2429	6.2479	IR3	4
6.9	9	2	6.9410	6.9555	-	-
7.3	10	2	7.3467	7.3437	-	-
8.6	11	2	8.5926	8.5936	-	-
9.6	12	2	9.6372	9.6274	-	-
10.4	13	2	10.4073	10.4074	IR1	4
11.2	14	2	11.2395	11.2080	-	-
12.4	15	2	12.3806	12.3648	IR2	4
13.3	16	2	13.2807	13.3107	-	-

表-2 放射輝度および輝度温度への変換係数

	B11	B12	B13	B14	B15	B16
中心波長(μ)	8.5926	9.6372	10.4073	11.2395	12.3806	13.2807
カウント値→放射輝度 gain(×10 ⁴)	-4.0007	-3.9260	-3.7525	-3.5027	-3.1174	-5.7635
カウント値→輝度温度 offset(×10 ³)	1.6203	9.6372	1.5198	1.4186	1.2625	1.1527
放射輝度→輝度温度 C ₀ (×10 ³)	-1.5917	-3.9260	-1.1613	-2.4267	-3.5125	-0.9101
放射輝度→輝度温度 C ₁	1.0011	1.5900	1.0010	1.0023	1.0036	1.0010
放射輝度→輝度温度 C ₂ (×10 ⁻⁴)	-1.6925	-1.7696	-1.7696	-4.4007	-7.7588	-2.3232

λ: 中心波長 h: プランク定数
c: 光速 k: ボルツマン定数
T_b: 輝度温度 c₀, c₁, c₂: 補正係数 (表-1 参照)

Approximation of the temperature distribution pattern in night time by
Himawari-8/AHI data

Shinnosuke SUZUKI, Yuuki UCHIDA, Kenji OKUYAMA and Toshiro SUGIMURA

4. 都市の熱環境

「ひまわり8号」に搭載されたセンサAHIは8～16 μ の観測波長帯域に6バンド(バンド11～16)を有している。その中でバンド14はLandsat/TMバンド6と同等な観測波長帯である。このデータから以下の手順で都市の熱環境を把握した。

- (1)バンド14観測データを元に観測輝度温度を求め、地表面温度分布を推定する。
- (2)市街域の地表面温度分布を、X,Y軸を緯度、経度座標、Z軸を観測輝度温度として高次多項式により近似(傾向面分析)する³⁾。市街域に該当する領域以外は全体の平均から標準偏差の2倍を引いた地表面温度に代替することで冬場に観測しにくい都市域の熱分布を視覚化できるように調整を行った。

図-2に各都市の傾向面分析結果、「ひまわり8号」AHI/バンド14画像、土地利用メッシュを示す。

5. 考察

地表面温度分布情報に対して傾向面分析を行うことで各都市の夜間の温度分布形状を表した。3次多項式による近似結果は都市の持つ熱環境の規模を示し、6次多項式による近似結果からは都市の詳細な温度分布が見て取れる。冬季の夜間で

は水域・森林域と都市域の温度関係が反転し水域の温度が都市域よりも高くなることが確認された。その場合に傾向面分析を行うと都市域が作り出す温度分布を明確に把握することが難しかった。しかし、土地利用メッシュを用い都市域以外に該当する領域をある値に置換することで都市域の温度分布を明確に視覚化できた。

今後の展望として冬季と夏季の温度差、分布傾向の比較を検討している。

[参考文献]

- 1)佐々木政幸、操野年之：静止地球環境観測衛星ひまわり8号及び9号について、日本リモートセンシング学会誌,Vol.31,No.2,pp.255-257,2011
- 2)「ひまわり標準データ利用の手引き」,気象庁(http://www.date.jma.go.jp/mscweb/en/himawari89/space_segment/hsd_sample/HS_D_users_guide_jp_v11.pdf)
- 3)内田、青山、朝香、野中、杉村：静止気象衛星による首都圏の熱環境について、土木学会論文集 G(環境)特集号、Vol.71,No5,pp. I -319, I -324,2015

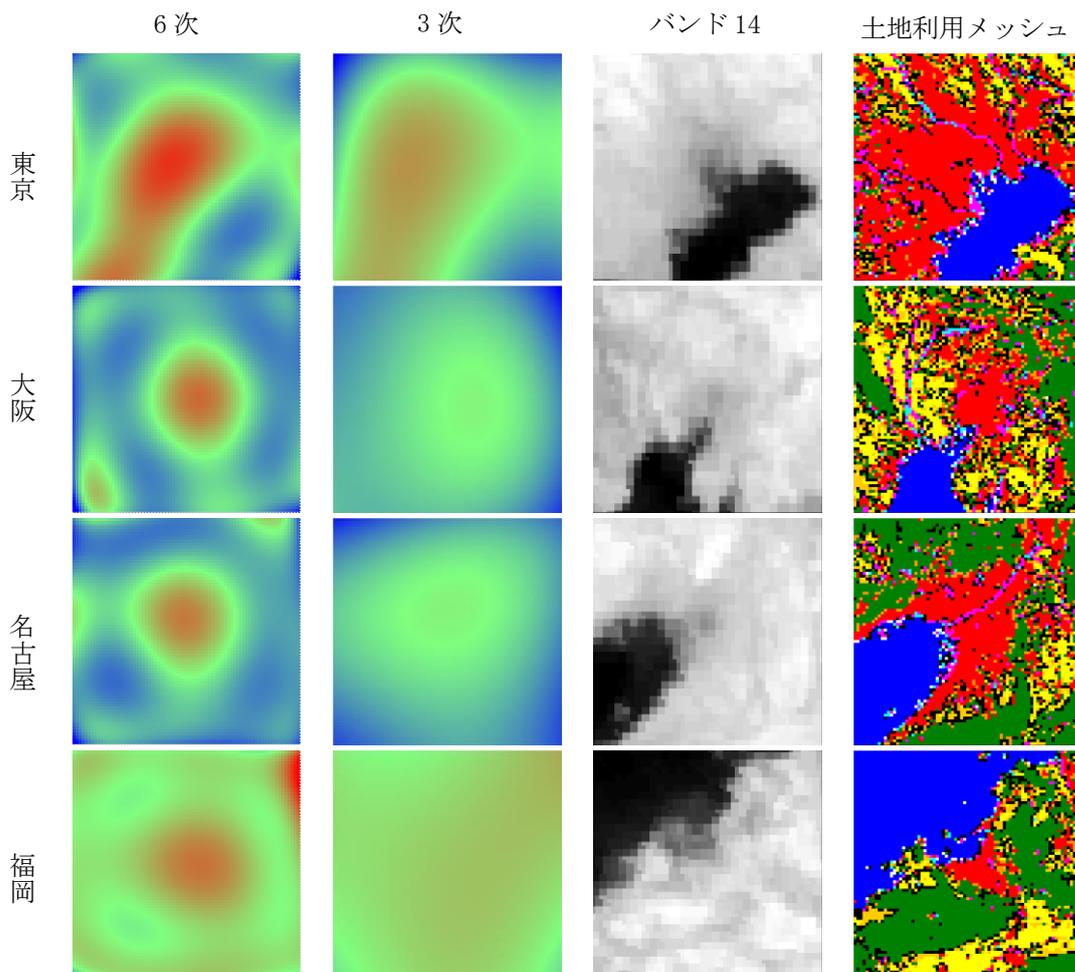


図-2 市街域の地表面温度分布 (左から、6次、3次多項式近似結果、Band14、土地利用図)