

## 短時間観測データによる都市部の熱環境について

日大生産工 〇内田 裕貴 日大生産工 朝香 智仁  
日大生産工 杉村 俊郎

### 1. まえがき

都市のヒートアイランド現象に関わる諸問題が明らかにされる<sup>1)</sup>とともに、その要因や対策<sup>2) 3)</sup>についても調査・研究が進められている。その基礎資料の一部となる地上気温は、現地調査によれば限られた地点での観測となり、その分布や変動を調査することは難しい。一方リモートセンシングによる地表面温度観測によれば、広域での観測が可能であり分布状況が把握できる<sup>4) 5)</sup>。地上気温と地表面温度の関係については、その関連性が報告されている<sup>6)</sup>。しかし日変化の詳細については十分に観測することは出来なかった。

2014年10月7日に静止気象衛星 Himawari-8 が打ち上げられ、2015年7月7日に正式運用が開始された<sup>7)</sup>。Himawari-8 は従来機に比べ観測性能が向上し、観測波長帯数の増加、地上分解能の向上、観測間隔の短縮による2分半毎の連続観測が実現した<sup>8)</sup>。本研究は Himawari-8 が観測した輝度温度から AMeDAS 観測値を参照し、地上気温分布の推定<sup>9) 10)</sup>を試みたものである。複数バンドの情報から AMeDAS 観測点の測定値を使用し大気の影響を推定、除去した。千葉県習志野市内の11小学校に設置した地上観測点の測定値で検証を行い、良好な結果が得られることを確認し、地上気温分布推定図を作成した。

加えて1時間間隔および10分間隔の短時間観測データにより求めた日変化および温度上昇・下降時の AMeDAS 気温との関係についても調査した。

### 2. 衛星による地表面の温度観測

地球の表面温度は、極軌道衛星の NOAA, TERRA, Landsat 等と静止軌道衛星「ひまわり」等が観測している。いずれも11~12 $\mu$ mの観測波長帯域で大気上層における放射強度の計測であり輝度温度分布情報が得られる。しかし求めた輝度温度は大気の影響を受けているため相対的な温度分布としてとらえる必要がある<sup>11)</sup>。

#### 2.1 Himawari-8/AHI

Himawari-8 に搭載されたセンサ AHI(可視

赤外放射計, Advanced Himawari Imager)は、従来機に比べ機能の向上が図られ、特に観測時間の短縮により日変化の詳細な観測が可能となった。観測波長帯は、バンド11~16が8~14 $\mu$ 波長帯で地球表面温度を推定できる。地球の表面温度は、気象庁が提供する変換式により、衛星が取得した観測値を輝度温度に変換可能である<sup>11)</sup>。本研究では、最低気温の上昇が認められる冬季、2016年2月10日(日本時間00~23H)の画像データを使用した。

#### 2.2 AMeDAS

我が国では全国の気象データを地域的に細かく監視するため、地域気象観測システム AMeDAS(Automated Meteorological Data Acquisition System)が全国約1,300か所に設置されている。解析対象領域内に含まれる観測が行われている23地点における観測気温を参照データとして利用した。

### 3. 観測輝度温度の大気補正

AMeDAS 観測値と Himawari-8/AHI 観測値には短時間において雲の影響を、全般的には大気の影響を受けている。両観測値に生じる一定の差異は大気の影響、日変化の変動の相違は地表面と接地層の関係と考えられる。気温と地表面温度の関係は線形な関係にあるとは言えないものの線形に近く、気温の変動を地表面温度で説明できると考えられる。また地上分解能2kmであることから地表面温度も平均化され、両者の日変化の傾向に差が少ない一因となっている。また大気による影響は都市を含む限られた領域では大きな変動はないものとみなせることから AMeDAS 等の現地観測情報によって補正可能と考えられる。

#### 3.1 観測輝度温度

Himawari-8/AHI 観測値を輝度温度に変換する方法は気象庁から公表されている<sup>11)</sup>。その値は大気上層におけるもので、大気により減衰した地球表面からの放射に大気自体からの放射も加わっている。地上観測値と比較するとその差は明らかであり、かつ観測波長帯によりその影響は異なることが知られている。

Thermal Environment in Urban Area by Himawari-8/AHI data  
Yuuki UCHIDA, Tomohito ASAKA and Toshiro SUGIMURA

### 3.2 大気補正

従来より大気の影響を簡易的に除去する方法として Sprit Window 法が知られている<sup>12)</sup>。観測波長が少しずれたバンド間に現れる観測輝度温度の差を大気の影響とし、この値を利用して地表面温度を推定するものである。一般に以下の式(1)で表すことができる。

$$T_s = T_{bi} + (T_{bi} - T_{bj}) \times \alpha \quad (1)$$

本研究では、 $T_s$  を AMeDAS による地上気温、 $T_{si}$ 、 $T_{sj}$  を AHI バンド 13、14 より算出した輝度温度とし、補正係数  $\alpha$  を求めた。地表面温度と地上気温に関連性があることから、Himawari-8/AHI より地上気温の推定を試みた。

各 AMeDAS 観測点の気温と AHI バンド 13、14 により算出した輝度温度および Split Window 法により求めた大気補正結果から、海に近い観測点では気温と同様な推定値となっているが、それ以外の観測点では一様に低く推定されている。AMeDAS 観測点(東京)における地上気温と Himawari-8/AHI による推定気温の日変化から、夜間は一定値分低い値となっているが、太陽が昇るにつれて気温上昇が認められる。AMeDAS よりも Himawari-8/AHI 推定値の方が温度上昇が急である。

### 3.3 検証

筆者らは 2014 年 6 月より習志野市内の熱環境を評価するため、習志野市内の小学校を定点観測地点として、1 時間毎の気温データを収集している<sup>13)</sup>。11 地点の 1 時間毎の観測気温の平均値を検証データとして、Himawari-8/AHI から推定した日変化と比較した。AMeDAS による推定結果と同様、夜間の低温時間帯と昼間の温度上昇・下降時間帯それぞれで関係性が認められた。

## 4. 地上気温分布の推定

AMeDAS 観測点データを使用した気温推定では、絶対値とはある程度の差が残るものの、相対的には利用可能な値であった。Himawari-8/AHI による観測値と AMeDAS 観測値による Sprit Window 法により推定値から地上気温の分布を求めた。

## 5. 考察

連続観測された Himawari-8/AHI データから、観測時間毎に AMeDAS データを参照した Sprit Window 法により、地上気温を推定した。Himawari-8 データは広域情報であり、地上気温の日変化を時空間情報として解析することが可能となった。点情報としての解析では足りなかった点も本結果により新たな展開

が期待できると思われる。

## 参考文献

- 1) 神三上岳彦 (2017) 東京首都圏のヒートアイランド現象, 都環研特別講演, <https://www.tokyokankyo.jp/kankyoken/wpcontent/uploads/sites/3/2018/02/201701.pdf>, (参照 2021.5.25)
- 2) 環境省 (2008) ヒートアイランド対策ガイドライン平成 20 年度版, [http://www.env.go.jp/air/life/heat\\_island/guideline/h20.html](http://www.env.go.jp/air/life/heat_island/guideline/h20.html), (参照 2021.5.25)
- 3) 気象庁 (2020) ヒートアイランド現象, [https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/index\\_himr.html](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/index_himr.html), (参照 2021.5.25)
- 4) 小林利夫, 西浦定雄, 木下瑞夫, 名古屋市内の住宅市街地の地表面温度分布にもとづく空間特性, 日本都市計画学会都市計画論文集, 11 (2012)
- 5) 澤田大介, 本條毅, 丸田慎一, 本村圭司, ランドサット TM データによる都市の緑被率と地表面温度分布との関係, 環境情報科学別冊環境情報科学論文集, 16, 393 ~ 398 (2012)
- 6) 天野智順, 中側啓介, ランドサットデータを用いた都市域の気温と土地被覆との関連性, 富山県立大学紀要, 17, 108 ~ 113 (2007)
- 7) 気象庁 (2021) 日本の静止気象衛星のあゆみ, [https://www.data.jma.go.jp/sat\\_info/himawari/enkaku.html](https://www.data.jma.go.jp/sat_info/himawari/enkaku.html), (参照 2021.5.25)
- 8) 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, 31(2), 255 ~ 257 (2011)
- 9) 春木智洋, 巖網林, 小堀洋美, 衛星熱画像を用いた都市域の温度分布特性の分析, 地理情報システム学会講演論文集, 12, 115 ~ 118 (2003)
- 10) 巖網林, 三上岳彦, ランドサット TM 熱画像による輝度温度と地上気温との関係の分析, 地理雑誌, 111, 695 ~ 710 (2002)
- 11) 内田裕貴, 青山定敬, 朝香智仁, 野中崇志, 杉村俊郎, 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, 71(5), I-319 ~ 324 (2015)
- 12) 安田宏明, M T S A T のイメージャデータから期待される海面温度の見積もり, 気象衛星センター技術報告, 39, 1 ~ 11 (2001)
- 13) 朝香智仁, 村井渉, 岩下圭之, 習志野市における熱環境の時空間解析, 日本リモートセンシング学会第 57 回学術講演会論文集, 215 ~ 216 (2014)