

ひまわり 8 号で観測された地表面温度の日変化パターンと大阪の都市構造との関係 A Relationship between Diurnal Change Patterns of Land Surface Temperature and Urban Structure of Osaka Observed by Himawari-8

○山本 雄平・石川 裕彦

○Yuhei YAMAMOTO, Hirohiko ISHIKAWA

Land surface temperature (LST) is a physical quantity that greatly contributes to the formation of an urban thermal environment. This study explored how the urban spatial configuration and meteorological field affect the temporal changes of LST by using Japanese geostationary satellite, Himawari-8 sensor. The study area is the Osaka metropolitan area in Japan and target days are three days that were clear-sky throughout the day in summer. The temporal changes of LST are the amplitude and phase mainly forming the diurnal change of LST. Our results showed that the spatial variations in the amplitude and phase corresponded to the penetration time and duration of the sea breeze and the thermal inertia of surface materials. Besides, it was found that the LST change during daytime was larger in the high-density low-building areas than in the low-density low-building areas. This result suggests that the increase in building density increases the LST change during the daytime (153 words).

1. はじめに

地表面温度 (Land Surface Temperature, 以下「LST」) は、都市の熱環境形成に大きく寄与する物理量である。都市では多様な熱的性質をもつ人工被覆材が用いられており、LST はそれに反映して時間・空間的に複雑に変化する。さらに、近年の極軌道衛星を用いた観測的研究 (Li et al., 2011) により、都市の LST は地表面材質だけでなく建物群が成す空間構造によっても影響を受ける可能性が指摘されている。しかしながら、極軌道衛星観測は観測頻度に乏しいことから LST の日変化を解像することはできず、LST の時間変化特性と都市の空間構造との関係にまで踏み込んだ議論が行えないという問題があった。

本研究では、LST の時間変化特性と都市の空間構造との関係を明らかにするために、静止軌道衛星「ひまわり 8 号」を用いて大阪平野の都市域を対象とした LST 観測および解析を行った。ひまわり 8 号は 2015 年に運用が開始された新世代機であり、高頻度 (10 分) かつ高解像度 (約 2 km) で LST の推定が可能である。従来の静止軌道衛星は空間解像度が粗く都市観測には用いられてこなかったが、ひまわり 8 号の解像度は大都市における気温の地上観測網 (2-5 km) と遜色がないことから、都市観測に適用可能な段階にきたと考えた。観測頻度 10 分で表現される LST の変化情報は、

都市の空間構造だけでなく時間スケールの小さな局地気象場との対応も読み取れる可能性がある。そこで本研究では土地利用との対応だけでなく気象場との対応についても調べた。

2. データ

LST は静止軌道衛星ひまわり 8 号の熱赤外観測値から推定した (Yamamoto et al., 2018)。ただし、雲域は地表面からの熱赤外放射が遮られてしまうため、適用範囲は晴天域に限られる。ひまわり 8 号の観測データは、千葉大学環境リモートセンシング研究センターで緯度経度直交座標系に幾何補正されたものを利用した。LST データの空間解像度は 0.02°格子、観測頻度は 10 分間隔である。土地利用データは国土数値情報の都市地域土地利用細分メッシュデータを使用し、気象データはアメダスの風向・風速および気温データを使用した。

3. 解析方法

多地点で観測された LST の日変化データに対して主成分分析を適用し、日変化を形成する主要な時間変化特性を抽出した。対象地域は大阪平野の都市域 (図 1) とし、対象日は真夏の晴天日 2016 年 8 月 12 日、2018 年 7 月 19 日、2018 年 8 月 4 日とした。抽出された時間変化特性の空間変化性を表す主成分得点を、土地利用分布および気象場と比較することでそれぞれの関係を調べた。

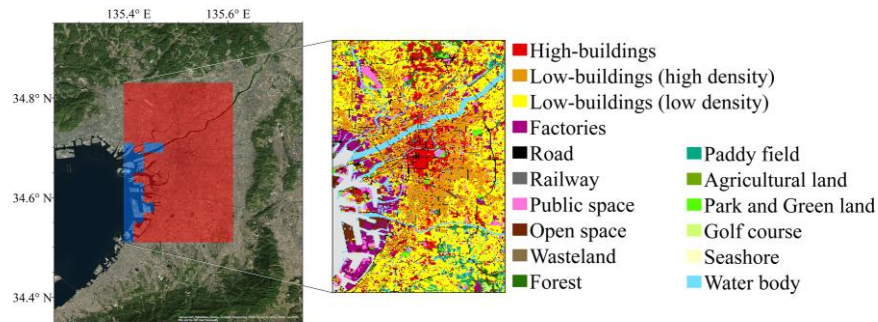


図1 主成分分析の対象領域（135.39°E–135.61°E, 34.51°N–34.83°N）。

右図は都市地域土地利用細分メッシュデータの土地利用区分。

表1 主成分分析により得られた第1主成分から第5主成分までの固有値と寄与率。

Principal Component	August 12, 2016		July 19, 2018		August 4, 2018	
	Eigenvalue	Contribution Ratio (%)	Eigenvalue	Contribution Ratio (%)	Eigenvalue	Contribution Ratio (%)
PC1	108.15	85.26	142.08	78.08	129.85	84.95
PC2	8.76	6.91	21.84	12.00	10.60	6.93
PC3	4.97	3.92	6.17	3.39	4.95	3.24
PC4	1.77	1.39	4.73	2.60	2.40	1.57
PC5	0.84	0.66	2.34	1.29	1.30	0.85

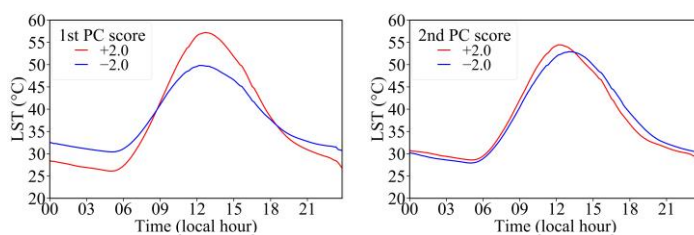


図2 第1–144主成分得点が全て0点のLSTの日変化に対して第1主成分得点を±2.0点変化させたときの応答（左図）と第2主成分得点を±2.0点変化させたときの応答（右図）。（2018年7月19日分）

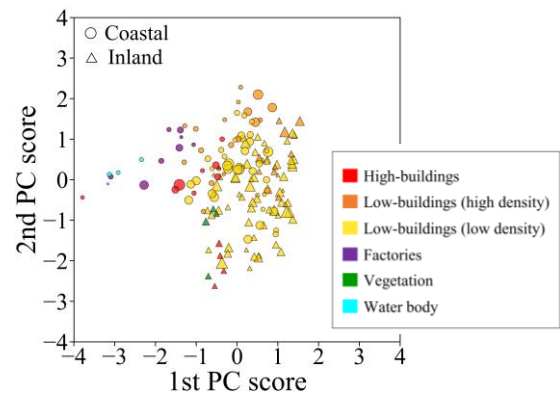


図3 解析領域内の画素がもつ第1主成分得点と第2主成分得点との関係。全画素のうち、海岸からの距離が近い半数の画素を Coastal (○)、海岸からの距離が遠い半数の画素を Inland (△) に分けて示している（2018年7月19日分）。

4. 主成分分析結果

表1の主成分分析結果で示されるように、3日とも第1主成分の寄与率が非常に高く、第2主成分まででLST日変化の約90%が説明可能であることが分かった。また図2より、第1主成分は日変化における振幅、第2主成分は位相変位を表すことが分かった。

5. LSTの時間変化性と気象場との関係

図3より、沿岸寄りの画素は散布図の左上に寄る傾向がみられた。気象場との対応を調べると、この傾向は海風の冷却効果による振幅と位相の変化であることが確認された。

6. LSTの時間変化性と土地利用との関係

図3より、高層建物で占められる画素は低層建物で占められる画素よりも振幅が小さい（第1主成分得点が小さい）傾向がみられた。これは建物

材質の熱慣性で説明可能な結果である。また、低層建物の密集地で占められる画素は非密集地で占められる画素よりも位相が早い（第2主成分得点大きい）傾向もみられた。これは、建物密集度の増加がバルクの熱的特性を変化させ、日中のLST変化を増大させたことを示唆している。

参考文献

- Li et al., 2011: Impacts of landscape structure on surface urban heat islands: A case study of Shanghai, China. *Remote Sens. Environ.*, 115, 3249–3263.
- Yamamoto et al., 2018: An Algorithm for Land Surface Temperature Retrieval Using Three Thermal Infrared Bands of Himawari-8. *J. Meteor. Soc. Japan*, 96B, 59–76.