

日本の都市における地表面温度の日変化パターン Diurnal Patterns of Land Surface Temperature in Metropolitan Areas of Japan

○山本 雄平・石川 裕彦

○Yuhei YAMAMOTO, Hirohiko ISHIKAWA

Rapid industrialization and urbanization result in the heat island that deteriorate the hot environment in urban areas in addition to global warming. Because the hot environment is affected by not only air-temperature but also radiant heat from surface, it is important to understand the spatiotemporal characteristics of land surface temperature (LST). Previous studies have investigated the heat contrast of LST by using polar orbiting satellites that have high spatial resolution. However, the satellite data are poor in temporal resolution. In this study, we quantify the diurnal characteristics of LST by using a geostationary satellite, Hiamwari-8 data. The target cities are Osaka and Kanto areas. For each area, all day sunny case is chosen in summer. Then, principal component (PC) analysis is applied to clarify the spatiotemporal change of LST. The result shows that the similar eigen vectors of PCs are extracted in both areas. (146 words).

1. はじめに

近年、地球温暖化による気温上昇に加え、都市スケールで暑熱環境が悪化する「ヒートアイランド現象」が深刻さを増してきている。日本の都市部では、熱中症による救急搬送者数は毎年約5万人にもおよび、エネルギー消費の悪循環化や大気汚染物質の滞留、媒介生物の越冬などの影響も社会問題となっている。

ヒートアイランド現象に関する研究は、観測データが比較的豊富な、気温データを使った解析的なアプローチが主流であり、様々な都市でその時空間特性が調べられている。しかしながら、人が実際に感じる暑さ（体感温度）は気温や太陽放射に加えて地表面からの輻射熱に大きく影響を受ける。そのため、暑熱環境の評価には気温だけでなく地表面温度の時空間特性の理解が必須である。

地表面温度は公的機関などで地上観測が行われておらず、極軌道衛星の地表面温度プロダクトが一般的に用いられているが、観測頻度が最も高いもので1日2回であり、時間分解能に乏しい。そのため、地表面温度の空間分布特性に関する知見と比べて、時間変化特性に関する知見は乏しいのが現状である。

そこで本研究では、日周期変化を捉えることが可能な静止軌道衛星由来の地表面温度プロダクトを使用し、日本の都市域における地表面温度の時空間特性を調べた。

2. データ・解析方法

地表面温度は、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を観測できないため、地表面温度の推定は晴天域に限られる。ひまわり8号の赤外センサの空間解像度は約2 km、時間解像度は10分であり、地表面温度も同様の時空間解像度で推定可能である。本研究では空間解像度を0.02°格子にリサンプリングし、地表面温度の日変化を把握するのに十分と考えられる1時間間隔で推定を行った。

多地点で観測された気温の時系列データから主要な時間変化パターンを抽出し、そのパターンの特徴を把握するための手法として、既往研究では主成分分析が多く用いられてきた。本研究でもこれに倣い、主成分分析を行うことで日本の都市域における地表面温度の時空間変化特性を調べた。

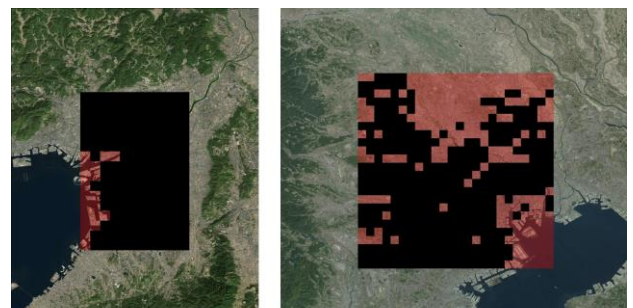


図1. 大阪（左）と関東（右）の解析対象範囲。黒塗りは、一日中雲がなく水域の割合が小さいことから、解析に適用可能と判断された画素である。

表 1. 主成分分析により得られた固有値と寄与率。

主成分	大阪			関東		
	固有値	寄与率	累積寄与率	固有値	寄与率	累積寄与率
第 1 主成分	18.28	80.04 %	80.04 %	18.96	76.61 %	76.61 %
第 2 主成分	1.70	7.45 %	87.49 %	1.71	6.92 %	83.53 %
第 3 主成分	0.93	4.09 %	91.58 %	0.97	3.94 %	87.46 %
第 4 主成分	0.49	2.15 %	93.72 %	0.64	2.58 %	90.04 %
第 5 主成分	0.32	1.39 %	95.11 %	0.48	1.95 %	91.99 %

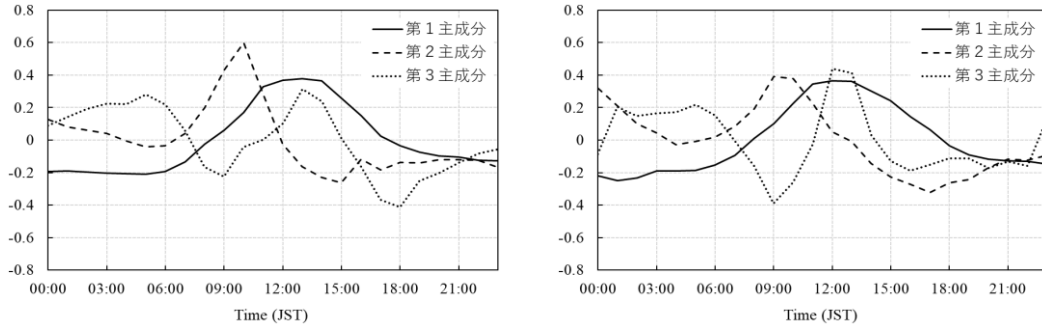


図 3. 主成分分析により得られた第 1 から第 3 主成分の固有ベクトル。左図は大阪、右図は関東。

対象地域は大阪平野と関東平野の都市部（図 1）とし、対象日は夏の晴天日（大阪：2016 年 8 月 12 日、関東：2015 年 8 月 5 日）とした。前処理として、水域の被覆割合が高い画素と雲が混入していると考えられる画素をあらかじめ解析対象から除外した。その結果、解析に適用可能と判断された画素数は大阪で 157 画素、関東で 369 画素であった。また、本解析では地表面温度をそのまま入力値とせず、各地点の日平均値からの偏差に変換したものをを用いた。各地域で前処理を行ったデータを、157 地点、369 地点についての 24 変量の観測値とみなし、それぞれ主成分分析の入力値とした。

3. 結果

入力値に関する分散共分散行列の固有値問題を解くことで、各主成分の固有値と固有ベクトルが得られる。固有ベクトルは時間の関数であり、入力値と掛け合わせることで地点を関数とした主成分得点を得られる。表 1 に、両都市における第 5

主成分までの固有値と寄与率、累積寄与率を、図 2 に第 3 主成分までの固有ベクトルを示す。表 1 より、第 3 主成分までは大阪と関東ではほぼ同じ大きさの固有値が得られ、それらの固有ベクトルも似通った時間変化をとる。つまり、異なる都市であっても地表面温度は共通して 3 つの主要な変動特性をもつことが分かる。また、第 1 主成分の寄与率は非常に高く、地表面温度の時間変化特性の大部分を説明したものであるといえる。さらに、主成分得点の上位 5 地点と下位 5 地点における地表面温度の日変化を比較し、各主成分が示す時間変化特性を調べた（図 3）。比較結果より、第 1 主成分は日中の地表面温度特性、第 2 主成分は位相速度、第 3 主成分は日中のピーク後と夜間の時間変化特性を説明したものであると推察される。

参考文献

Y. Yamamoto, H. Ishikawa, Y. Oku, and Z. Hu, 2018: An algorithm for land surface temperature retrieval using three thermal infrared bands of Himawari-8. *J. Meteor. Soc. Japan*, 96B.

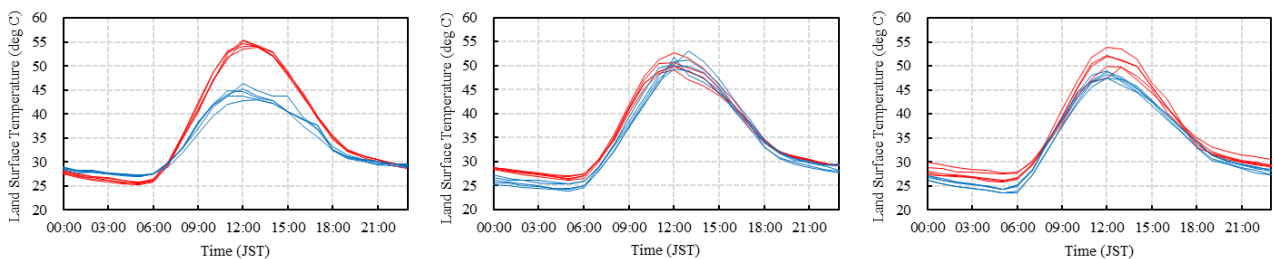


図 3. 大阪の都市部における主成分得点の上位 5 地点（赤）と下位 5 地点（青）の地表面温度の日変化。左図は第 1 主成分、中央図は第 2 主成分、右図は第 3 主成分をそれぞれ示す。