

移動観測によるつくば市中心地区の気温分布の把握とその変化の考察

Investigation of air temperature distribution by mobile observation around the central district of Tsukuba City

手塚 勇太* 村上 暁信**

Yuta TEZUKA Akinobu MURAKAMI

Abstract: In this study, by observing most of the public roads in the survey area by bicycle, it is possible to accurately grasp the temperature distribution in urban areas with high locality and to grasp the changes in the temperature distribution depending on the season and time. As a result of cluster analysis using the maximum temperature difference in the region and the temperature distribution by season and time zone, the following findings were obtained as the characteristics of the temperature distribution. By grasping the maximum temperature difference in the area, it was found that the temperature difference occurs even in the observed narrow range. Looking at the hourly trends, it was confirmed that the difference in regional maximum temperatures tends to increase on winter nights. On the other hand, during the daytime in winter, it was confirmed that the difference in the maximum temperature in the region tended to be small. As a result of using cluster analysis, it was confirmed that there are four different temperature characteristics even in a small area of the research school area, suggesting that the characteristics of the area have an effect.

Keywords: mobile observation, maximum temperature difference in the area, cluster analysis

キーワード: 移動観測, エリア内最大気温差, クラスタ分析

1. はじめに

都市化は地表面被覆の人工化, 都市形態の高密度化, 人工排熱の増加をもたらすことにより, ヒートアイランド現象(UHI: Urban Heat Island)を引き起こしている。UHIは熱中症や睡眠障害といった人体への影響や, 植物の開花・紅葉時期の変化といった生態系への影響を与えることが報告されている¹⁾。

本研究が対象とした茨城県つくば市は, 元々市街地中心部にも緑被率が高い公務員宿舎が多く立地していたことから, 緑豊かな空間が広がっていた。しかし近年は公務員宿舎の廃止により民間事業者による開発が進んでおり, それに伴う緑被率の大幅な減少がみられている。上記のUHIを引き起こす都市化が局所的に進んでいると言える。今後, このような局所的な変化の環境影響を議論していくためには, そのための基礎データの整備が必要である。UHIに関連しては詳細な気温分布の把握が必要である。しかし現状では気温分布はAMeDASなどの気象観測データを用いて把握されるが, 観測点の間隔が大きく, 十分な精度を有していない。

都市でのUHIの把握を目的とした研究として, 三上ら(2005)²⁾は東京の都内と周辺部に多数の気温自動測定記録装置を設置し通年で気温計測を行っている。その際, 都市部と郊外部の補正気温を表すUHI強度の年変化と日変化に着目し, UHIが冬の夜間から早朝にかけて最も顕著に表れ, 反対に夏の午後が最もUHIが弱まることを明らかにしている。また石野ら(1993)³⁾は首都圏を対象にAMeDASやSDPデータのほかに測定点数が多いことや建物による日射遮蔽や人工排熱の影響の把握が可能であることが特徴である外部温度データを用いて夏と冬の日最低気温及び日最高気温の地域内分布に着目し解析を行っている。その結果, 冬の日最低気温は地域差が大きく, 反対に夏の日最高気温は地域差が小さいことを明らかにしている。斎藤ら(2007)⁴⁾は熊本市を対象に約1kmごとに観測点を設置し, 年間を通じた長期定点観測を行っている。その結果, 日中の気温分布については, 郊外含めて高温域が各所で見られる一方で, 市中心部の高層市街地の気温は, 郊外と

比べて低くなっていることを確認している。反対に明け方及び夜間の気温分布は, 市中心部に高温域が集中しており, 特に冬において高温域が明確に表れていることを確認している。しかし課題として建物や道路の影響を受けた局所性の高い市街地の気温を正確に取得するためにはより多くの測定点の確保が必要となり, 固定観測では容易に実測を行うことができないことを挙げている。

使用する観測機器を最小限に抑えつつ, 観測密度を高くする方法として移動観測がある。この方法を用いて気温実測調査を行った既往研究として, 鍋島ら(2006)⁵⁾は自動車を用いた夏から冬にかけての大阪平野における深夜の気温分布の把握を行っている。ルートの大半の移動に高速道路を使用し, 広範囲の気温分布データを取得を行い, 一年を通して大阪市中心部の気温は周辺よりも高くなる傾向を確認し, UHI強度は冬にかけて最大の値を示している。また高密度な気温実測調査として水野ら(2006)⁶⁾は夏の時期の大阪市堀江, 新町地区周辺において自動車を用いた移動観測データからセミバリオグラムを用いた分析を行い, 気温分布を把握した。その結果, 街区内であっても河川や公園周辺は一日中低温域となっており狭い範囲であっても土地利用の違いが気温に影響を与えていることを確認している。このように都市における気温分布の把握を行うため移動観測を行う研究は数多くなされている。しかし, その多くが実測箇所が限られていることや空間補正を用いた気温分布の推定を行っていることが特徴であり, 人工排熱や室内の冷気漏れといった局所的で周辺環境と相関があまりない影響の把握までできていないとは言えず, そのような要因を持つ市街地の気温を正確に把握できているとは言えない状況である。

そこで本研究は, 観測点の間隔が小さく, 都市内の詳細な気温データを取得可能な自転車による移動観測を用いて研究対象地区内の公道をほぼ網羅することで, 局所性の高い市街地の気温分布の正確な把握及び季節や時間を通じた気温分布変化の把握を行うことを目的とした。

第2章では自作した移動観測機材の仕組み及び使用の妥当性に

*筑波大学大学院システム情報工学研究科

**筑波大学システム情報系

ついて述べる。第3章では対象地及び測定時間の検討を行う。第4章では移動観測によって得られたデータの特性を考慮し、データの処理を行う。第5章では実測より得られた季節・時間別の補正気温分布図を示す。第6章では実測より得られた各季節・時間の補正気温データを用いてエリア内最大補正気温差の季節変化の把握及び対象地区内の気温特性の把握を行う。

表-1 観測機器概要

製品名	用途	仕様
データロガー温度計TM-947SDJ	データ保存	±(0.4%+0.5°C) (-50~1000°C)
素線温度センサーTP-300 (熱電対)	シェルター内温度計測	加熱仕様限定150°C
GPS	緯度経度計測	—

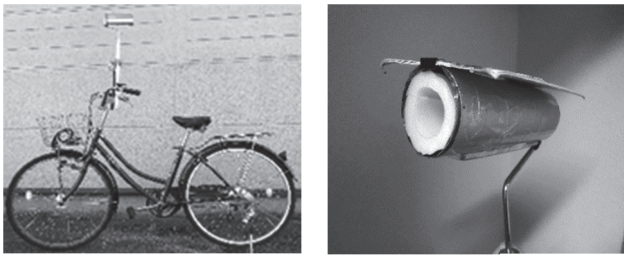


図-1 観測装置全体図及び日射遮蔽シェルター

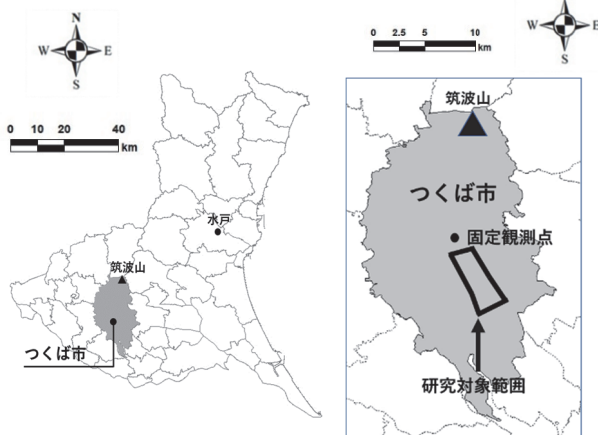
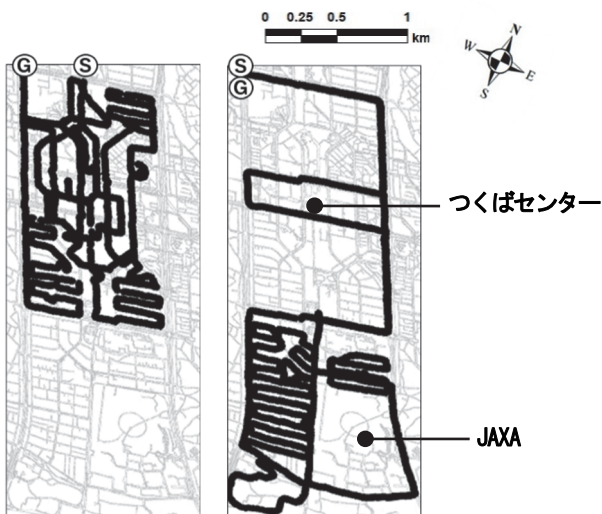


図-2 研究対象範囲



◎ : 起点 © : 終点

図-3 走行ルート (左図ルートI 右図ルートII)

2. 観測装置の概要

表-1 に観測機器概要を、図-1 に観測装置全体図及び日射遮蔽シェルターを示す。日射遮蔽シェルターは日射を反射させるためアルミテープで巻き、内部はシェルターからの熱伝導を防ぐため断熱材を用いた。日射遮蔽シェルターは AMeDAS と同じ高さである地上高さ 1500 mm の位置に取り付けた。観測時の注意点として観測時は空気の滞留を防ぐため常にシェルター内に風を送り込む必要がある。今回は自転車の走行により生じる風を取り込むことで空気の滞留を防ぐ自然通風法を用いており、通風装置の設置の必要がなく軽量化を実現している。なお本研究で自作し使用した観測装置は環境省の発行しているガイドラインを参考にしたり。

3. 実測の概要

(1) 対象地の選定

本研究では、茨城県つくば市研究学園地区を対象とした(図-2)。研究学園地区は「都市地区」「研究・教育施設地区」「住宅地区」に分かれ計画的に整備されており、様々な土地利用が存在している。

(2) 測定時間と時期の選定

調査対象ルート(約 50km)を自転車で走行すると約 4 時間を要した。そこで本研究では時間による気温変化を考慮し、気象条件が同じ日に 2 回に分けて計測することとした。ルートを図-3 に示す。前日が雨でないことと実測当日が晴れであることを条件とした。

(3) 実測エリア概要

対象地内の都市構造把握を目的として、建物密度や緑被率、用途構成などから対象地を 11 か所に簡易的に分類した(図-6)。a は大学機関が立地しているエリアである。建物密度は小さく、棟間には樹木が植えられている。b は木造戸建て住宅が立地しているエリアである。建物密度は大きい平屋または 2 階建ての建物が大部分を占めている。c は公務員宿舎が立地しているエリアである。建物密度は小さく、棟間には樹木が植えられている。4~7 階建ての建物が大部分を占めている。d はつくば駅やショッピングセンターなど商業施設が立地しているエリアである。建物密度は大きく、棟間には樹木が少ない。エリア内には市内で最も高い 19 階建てビルが立地しているように高度利用地区である。e は公務員宿舎が立地しているエリアである。建物密度は小さく、棟間には樹木が植えられている。4 階建ての建物が大部分を占めている。f は木造戸建て住宅が立地しているエリアである。建物密度は大きい平屋または 2 階建ての建物が大部分を占めている。g は木造戸建て住宅が立地しているエリアである。建物密度は大きい平屋または 2 階建ての建物が大部分を占めている。h は集合住宅や平面駐車場が多く立地しているエリアである。建物密度は大きい。1,2 階建ての低層住宅から 7 階建て中層住宅までが立地している。i は木造戸建て住宅が立地しているエリアである。建物密度は大きい平屋または 2 階建ての建物が大部分を占めている。j は研究所が立地しているエリアである。建物密度は小さく、棟間には樹木が植えられている。k は大規模公園が立地しているエリアである。i は運動公園が立地するエリアである。またエリアとは別に研究対象地域の中央を南北に縦断しているペDESTリアンデッキと呼ばれる緑道が存在する。このペDESTリアンデッキは歩行者自転車専用道であり自転車も走行可能となっており、本研究ではペDESTリアンデッキの上を走行した。

4. 観測データの処理

(1) 有効なデータの抽出

自然通風法の欠点として停車中は風がシェルター内に入らず、空気が滞留し正確な気温を計測することができないことがあげら

れる。そこで停車中のデータは削除し、走行時のみのデータを使用することとした。

(2) 時間補正

一回の観測に要する時間は約 2 時間であり、時間の経過による気温の変化を考慮する必要がある。そのため移動観測によって得られた気温データを時間の経過による気温変化で除外する補正が必要になる。そこで移動観測とは別に代表気象として固定観測点を設けた。固定観測点は木造戸建て住宅が密集している地域に設置し移動観測同様、日射遮蔽フィルター内に熱電対を設置し、常にファンで空気を吸い出すようにした。なお固定観測地点の位置が、測定範囲から外れているが、固定観測地点は実測範囲と同じ研究学園地区内にあり土地利用に著しい違いがなく気温変動に差があると考えにくい点から、離れていても影響がないと判断した。範囲から移動観測で得られたデータと固定観測で得られたデータの差を用いることで気温の時間による変化を補正することとした。時間補正式は以下の式である。

$$CT_i = T_{im} - T_{if}$$

CT_i は補正気温、T_{im} は地点 i で観測された移動観測気温、T_{if} は地点 i 通過時の固定観測気温である。

5. 気温観測結果

2018 年 7~12 月に行った時間補正後の補正気温分布図と対象地の航空写真・土地被覆分類図を図-6 に示す。なお土地被覆分類図は JAXA が公開しているデータを用いた。また気温と最低気温はつくば (館野) 高層気象台の観測値を記載している。以下季節時間ごとの補正気温分布の特徴を記す。

夏の昼間データについては補正気温の平均は-0.7℃であった。多くのエリアで平均値と比べ 1.0~3.0℃高くなっていた。しかしエリア c・e・j・k・l 及びペデストリアンデッキで平均値と比べ 1.0~4.0℃低くなっていた。夏の夜間データについて補正気温の平均は-1.6℃であった。昼間同様多くのエリア平均値と比べ1.0~2.0℃高く気温が高くなっていた。しかしエリア a・j・k・l および緑道で平均値と比べ気温が低くなっており、平均値と比べて 1.0~3.0℃低かった。

冬の昼間データについて補正気温の平均は 0.0℃であり、エリア b・d・f・g・h・i・k・l で気温が平均値と比べて1.0~2.0℃高かった。それに対してエリア a・e・j で気温が低く平均値と比べて1.0~2.0℃低かった。冬の夜間データの平均値は-0.1℃であり、エリア d・h で気温が高く平均値と比べて 1.0~3.0℃高くなっていた。それ以外のエリアは補正気温が低く平均値と比べて 1.0~2.0℃低かった。

6. 気温観測結果の分析

(1) 方法

1) エリア内最大補正気温差の把握

本研究では実測データ毎の最高気温と最低気温の差をエリア内最大補正気温差とし、季節・時間の違いによるエリア内最大補正気温差の変化の把握を行った。

2) クラスタ分析による補正気温分布の分類

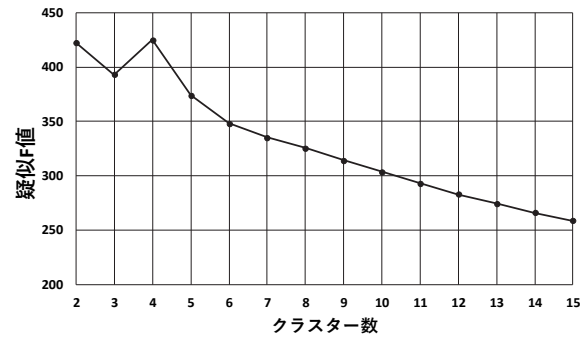


図-4 クラスタ数の最適数の評価

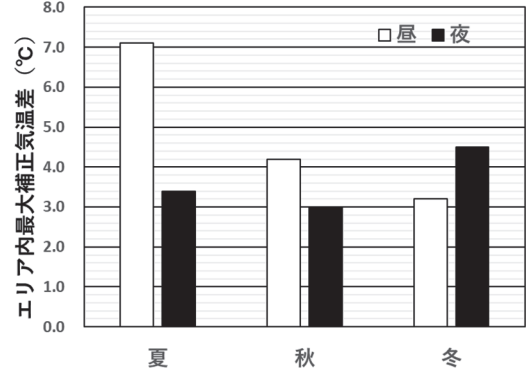
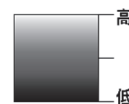


図-5 エリア内最大補正気温差

表-3 クラスタごとの平均補正気温

クラスタ	補正気温 (°C)			
	夏昼間*	夏夜間*	冬昼間*	冬夜間*
1(117)	-2.2	-2.7	0.2	-0.6
2(337)	-0.9	-1.6	-0.5	-0.2
3(186)	-0.5	-1.4	-0.1	0.9
4(559)	-0.4	-1.5	0.1	-0.2
平均値	-0.7	-1.6	-0.1	-0.1



※ * 有意水準 5%以上で有意
※ () 内は標本数

本研究では、対象地区の気温特性の把握を目的に季節・時間の異なる観測データを用いてクラスタ分析を行うこととした。

異なる観測日のデータをクラスタ分析を行うためには各サンプルの位置情報を一致させる必要がある。そこで本解析ではポイントデータからラスタデータを作成し位置補正することとした。

ラスタサイズは GPS による誤差と熱電対の反応時間による移動誤差の二項目を考慮し設定した。GPS による誤差に関して、衛星軌道、衛星クロック、マルチパス、受信機等が要因として発生していると考えられおり、それらによる総合的誤差は一般的に 10m 程度と言われている。そこで本研究では GPS による誤差は 10m とした。熱電対の反応時間による移動誤差は熱電対の時定数

表-4 実測概要および気象状況

夏	コースⅠ昼間	コースⅡ昼間	コースⅠ夜間	コースⅡ夜間	冬	コースⅠ昼間	コースⅡ昼間	コースⅠ夜間	コースⅡ夜間
観測日時	7月21日	7月22日	7月21日	7月22日	観測日時	12月10日	12月15日	12月10日	12月14日
観測時刻	13:49~15:47	13:54~15:50	22:06~0:09	21:55~23:43	観測時刻	13:56~15:56	13:46~16:06	21:54~24:02	21:55~24:13
走行距離	24.5km	26.4km	24.5km	26.4km	走行距離	24.5km	26.4km	24.5km	26.4km
最高/最低	35.4°C/25.4°C	35.8°C/24.5°C	35.4°C/25.4°C	35.8°C/24.5°C	最高/最低	8.4°C/-2.9°C	8.7°C/-3.1°C	8.4°C/-2.9°C	10.2°C/-0.7°C
平均風速	2.5m/s	1.4m/s	2.5m/s	1.4m/s	平均風速	0.9m/s	1.7m/s	0.9m/s	1.7m/s
前日天気	晴	晴	晴	晴	前日天気	晴	晴	晴	晴

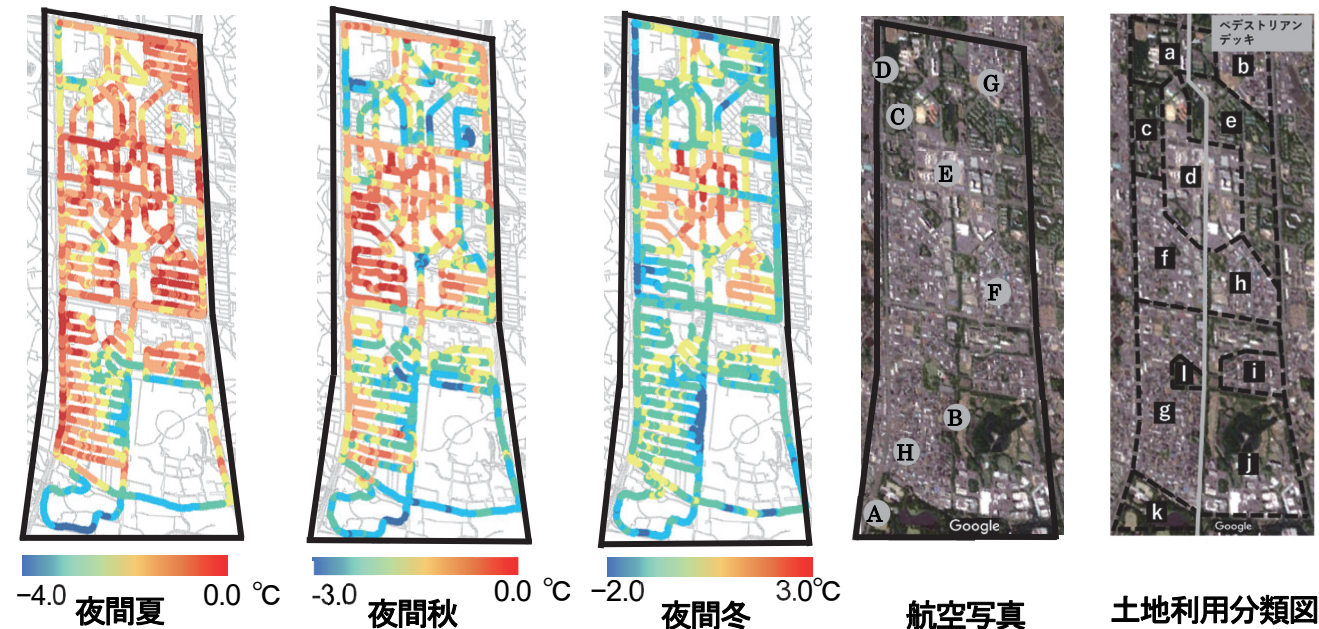
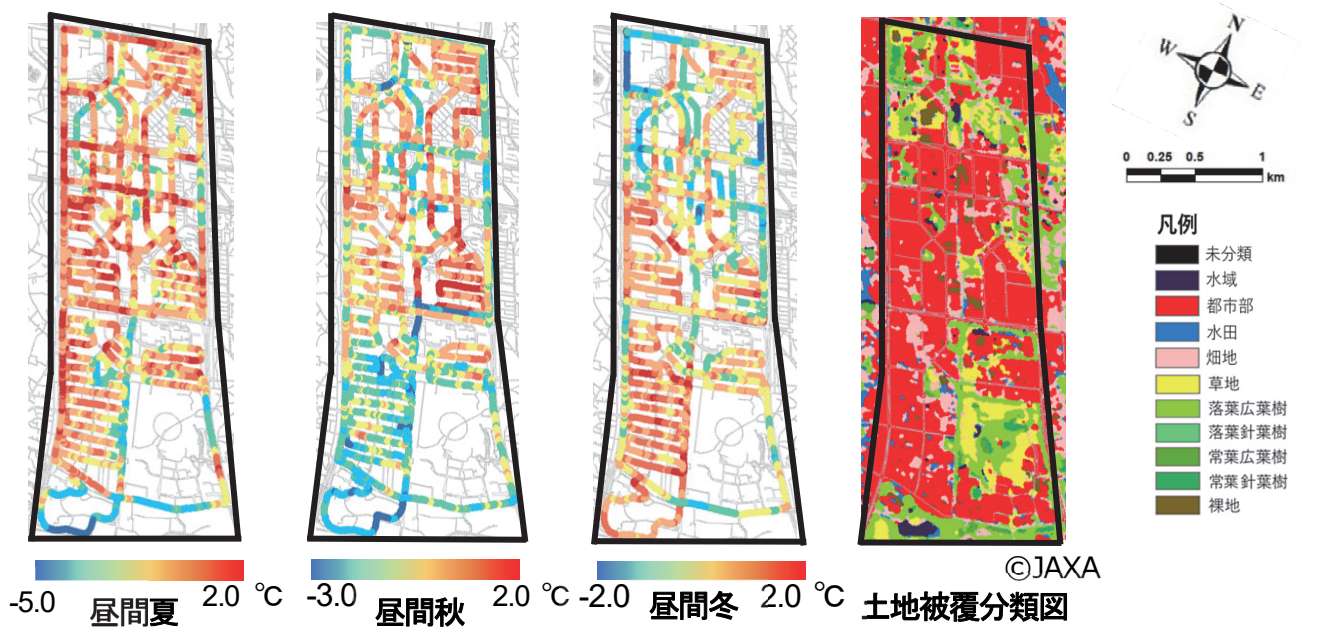


図-6 時間補正後の補正気温分布図・対象地の航空写真・土地被覆分類図・クラスター分類図・現地写真・土地利用分類図

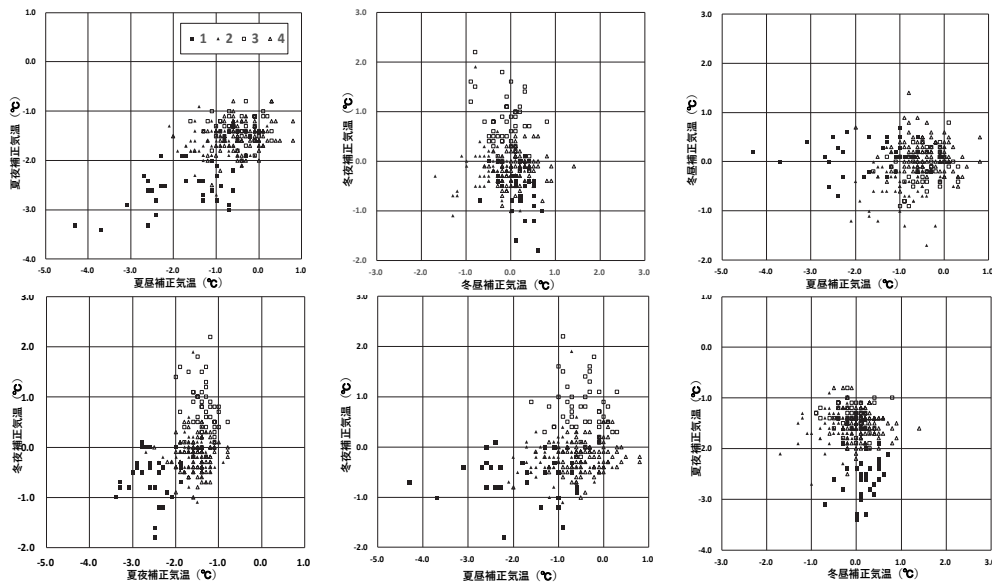


図-7 各観測データの比較 (凡例の数字はクラスター番号を示す)

と走行速度より求めた。時定数とは熱電対の応答時間であり、反応時間によるデータの誤差が生じる。そこで本解析は反応時間を算出するため、熱電対の応答周期であるカットオフ空間周波数から求めることとした。時定数が1.0sであるためカットオフ空間周波数は以下の式より求まる。

$$f_h = \frac{1}{2\pi\tau}$$

f_h : カットオフ空間周波数 [Hz] τ : 時定数 [s]

上式よりカットオフ空間周波数は0.15Hzであり、6.9sで一回路データを取得することができる。観測時は10km/hで走行しているため6.9sで進む距離は19.4mとなる。したがって熱電対の反応時間による誤差は19.4mとした。GPSによる誤差と熱電対の反応時間による移動誤差を足し合わせてラスタサイズは30mとし分析することとした。1メッシュに含まれる観測点は約5点であり、それらの平均をとることとした。季節・時間ごとの四つの補正気温ラスタデータをもとにクラスター分析を行った。また本分析ではラスタデータ数が1199個とデータ数が膨大であることから非階層クラスター分析を使用し、分析手法としてk-means法を用いた。またクラスター数はグループに属するデータ間の相似性、異なるグループに属するデータ間の相違性を表す疑似F値が最大となる数である4をクラスター数とした(図-4)。

(2) 結果

1) エリア内最大補正気温差

結果のグラフを図-5に示す。昼間のエリア内最大補正気温差は夏に7.1°C、冬に3.2°Cと冬にかけて値が小さくなる傾向がみられた。夜間のエリア内最大補正気温差は夏に3.4°C、冬に4.5°Cと、冬に値が大きくなる傾向がみられた。

2) クラスター分析による補正気温分布図の分類

クラスター分類図を図-6に、クラスターごとの平均補正気温を表-3に示す。図に示す通り補正気温分布図を4つのクラスターに分類することができた。

また各クラスターの特徴を把握するため、各観測データの比較を行った。その結果が図-7である。夏の昼間と夏の夜間では、クラスター1で夏の昼間夜間ともに他のクラスターと比較して気温差が低い箇所に多く分布していた。クラスター2は夏の昼間で他のクラスターと比較して補正気温が低い箇所に多く分布していた。

冬の昼間と冬の夜間では、クラスター1で冬の昼間で他のクラスターと比較して補正気温が高い箇所に、冬の夜間で補正気温が低い箇所に多く分布していた。クラスター2は冬の昼間で他のクラスターと比較して補正気温が低い箇所に多く分布していた。クラスター3は他のクラスターと比較して補正気温が高い箇所に多く分布していた。クラスター4は冬の昼間で他のクラスターと比較して補正気温が高い箇所に多く分布していた。夏の昼間と冬の昼間ではクラスター1について夏の昼間で他のクラスターと比較して補正気温が低い箇所に多く分布していた。クラスター2は夏の昼間と冬の昼間で他のクラスターと比較して補正気温が低い箇所に多く分布していた。クラスター4は夏の昼間で他のクラスターと比較して補正気温が高い箇所に多く分布していた。夏の夜間と冬の夜間では、クラスター1で夏の夜間と冬の夜間で他のクラスターと比較して補正気温が低い箇所に多く分布していた。クラスター3は冬の夜間で他のクラスターと比較して気温補正が高い箇所に多く分布していた。夏の昼間と冬の夜間では、クラスター1で夏の昼間と冬の夜間で他のクラスターと比較して気温補正が低い箇所に多く分布していた。クラスター2は夏の昼間で他のクラスターと比較して補正気温が低い箇所に多く分布していた。クラスター3は冬の夜間で他のクラスターと比較して補正気温が高い箇所に多く分布していた。冬の昼間と夏の夜間について、クラスター1は冬の昼間で他のクラスターと比較して補正気温が高い箇所に、夏の夜間で気温が低い箇所に多く分布していた。クラスター2は冬の昼間に他のクラスターと比較して補正気温が低い箇所に多く分布していた。クラスター4は夏の昼間で他のクラスターと比較して補正気温が高い箇所に多く分布していた。次に各クラスターの空間的な特徴を把握した。

①クラスター1 (n=117)

補正気温の特徴として、夏の昼間・夜間と冬の夜間は他のクラスターと比較して最も補正気温が低かったが、冬の昼間のみ最も補正気温が高かったことがあげられる。クラスター1に分類されたサンプルは、エリアj・k・1とベデストリアンデッキという緑地や落葉樹が豊富な環境に多く立地している。

②クラスター2 (n=337)

補正気温の特徴として、夏の昼間・夜間と冬の夜間は平均並みであり冬の昼間は補正気温が低くなっていた。クラスター2に分類されたサンプルは、エリアa・c・eとベデストリアンデッキに多く立地している。

③クラスター3 (n=186)

補正気温の特徴として、一年を通して気温差が高くなっていた。しかし冬の昼間で他の季節・時間と比較すると若干であるが低くなっていた。クラスター3に分類されたサンプルは、エリア d・h に多く立地している。

④クラスター4 (n=559)

補正気温の特徴として、夏の昼間と冬の昼間では他のクラスターと比較すると補正気温が高いが、夏の夜間と冬の夜間は補正気温が平均並みとなっていた。クラスター4に分類されたサンプルは、d・f・g・iに多く立地している。なお固定観測点もクラスター4に似た立地となっている。

(3) 考察

1) エリア内最大補正気温差の把握

夜間は冬にエリア内最大補正気温差が大きくなる現象が確認された。本研究の分析は限られた地区内での気温分布であるが、この現象は三上ら(2005)²⁾内にある「都市部と郊外部の最大補正気温は冬夜間に最大」と合致するものである。一方で昼間については、三上ら(2005)²⁾では「夏の午後に最もUHIが弱まる」としているのに対して、本研究では夏にエリア内最大補正気温差が大きくなる現象が確認され、三上ら(2005)²⁾とは異なる結果となった。一般的に気温形成について夜間は放射冷却の影響が大きいいため、放射冷却を阻害する水蒸気や二酸化炭素の大気中に占める量が小さくなる冬は一層放射冷却の効果が大きくなる。そのため、冬の夜間は建物の高密度化による地域スケールでの放射冷却阻害の影響が相対的に大きくなりエリア内最大補正気温差が生じやすくなる傾向にあったといえる。それに対し、昼間は直達日射の影響が大きくなる。建物や樹木による日射遮蔽により気温上昇を抑える効果があり、特に太陽高度が高くなる夏は、日射が遮蔽される場所と遮蔽されない場所の違いが大きくなり、日射遮蔽の相対的影響が大きくなる。そのため、夏の昼間は日射遮蔽の有無によりエリア内最大補正気温差が生じやすくなる傾向にあるといえる。三上らの研究のように固定観測法で気温分布を把握する場合には、都市部においても平均的な場所で機材を設置しているが、太陽高度の高い夏季には日射が遮蔽されたところとされていないところでの差は大きくなることから、限られた地区内での傾向と、都市部と郊外部を比較したときの傾向に違いが出てきたものといえる。言い換えれば、移動観測で気温分布を把握することで、固定点では把握しきれない夏季日中の局所的な気温の違いを把握することができているといえる。

2) クラスター分析

①クラスター1 (n=117)

落葉樹が多く存在するため、夏は樹冠で日射が遮られていて気温が上昇しなかったが、冬は落葉後に日射が相対的に多く侵入し、気温が上昇していたものと考えられる。

②クラスター2 (n=337)

クラスター2内の樹木の多くは現地調査より天空を遮る程大きなものではなかった。エリアc・eには最大7階建ての公務員宿舍の建物があるが棟間隔が大きく天空を遮るものではなかった。そのため太陽高度が高い夏は日射が遮られず気温が上昇したが、太陽高度の低い冬は建物や樹木により日射遮蔽され気温が低くなったと考えられる。

③クラスター3 (n=186)

クラスター3はエリアd・hに含まれるが、この地区は建物密度が高く、自動車交通量も多い地区のため人工排熱の影響により気温が高くなっているものと考えられる。また冬の昼間のみ気温が平均値程度となっているが原因として、太陽高度の低下に伴い建物による影が増大したことや、アスファルト張りの道路やコンクリート造りの建物が多いことが気温上昇の緩和に影響を与えたと考えられる。中心部では冬の昼間以外は気温が最も高くUHI現象

が小さいスケールで発生していると言える。

④クラスター4 (n=559)

木造戸建て住宅が密集しているエリアである。木造戸建て住宅で使われている瓦屋根の熱容量が低く、夜間において放射冷却を促進させていると考えられる。そのため夏・冬とも昼間と比べて夜間の気温は低いと考えられる。

以上対象地区の気温特性の把握を目的に各季節時間の気温データをもとにクラスター分析を行うという新たな分析手法を用いた結果、研究学園地区という狭い範囲であっても4つの異なる気温特性を持っていることが確認され、地区の特徴が影響していることが示唆された。

7. 結論

本研究は、自転車による移動観測を用いて研究対象地区内の公道をほぼ網羅することで、局所性の高い市街地の気温分布の正確な把握及び季節や時間を通じた気温分布変化の把握を行うことを目的とした。エリア内最大補正気温差の把握及び、異なる季節や時間の気温分布を用いたクラスター分析の結果から、気温分布の特性として以下の知見が得られた。

エリア内最大補正気温差の把握より、観測を行った狭い範囲においてでも補正気温差が生じていることが明らかとなり、最大で7.1℃となっていた。時間別に傾向をみると夜間は冬にかけてエリア内最大補正気温差が大きくなる傾向が確認され、この現象は三上ら(2005)²⁾と合致するものであった。それに対して昼間は冬にかけてエリア内最大補正気温差が小さくなる傾向が確認され、三上らとは異なる結果となった。原因として三上らの研究のように固定観測法で気温分布を把握する場合には、都市部においても平均的な場所で機材を設置しているが、太陽高度の高い夏季には日射が遮蔽されたところとされていないところでの差は大きくなることから、限られた地区内での傾向と、都市部と郊外部を比較したときの傾向に違いが出てきたものといえる。言い換えれば、移動観測で気温分布を把握することで、固定点では把握しきれない夏季日中の局所的な気温の違いを把握することができているといえる。

対象地区の気温特性の把握を目的に各季節時間の気温データをもとにクラスター分析を行うという新たな分析手法を用いた結果、研究学園地区という狭い範囲であっても4つの異なる気温特性を持っていることが確認され、地区の特徴が影響していることが示唆された。

補注及び引用文献

- 1) 環境省(2013): ヒートアイランド対策ガイドライン平成24年度版 15-27
- 2) 三上岳彦(2005): 都市のヒートアイランド現象とその形成要因-東京首都圏の事例研究: 地学雑誌 114(3), 496-506
- 3) 石野久彌・郡公子・谷本潤(1993): 東京首都圏における空調設計用外気温度の分布特性に関する研究: 日本建築学会計画系論文集 453, 17-27
- 4) 斎藤郁雄・久保隆太郎・酒井孝司・石原修(2007): 熊本市における気温・湿度分布の長期定点観測 第1報 中規模都市のヒートアイランド現象に関する研究: 日本建築学会環境系論文集 611, 59-66
- 5) 鍋島美奈子・古崎靖朗・中尾正喜・西岡真稔(2006): 移動観測によるヒートアイランド現象の実測 大阪平野の夜間気温分布: 日本ヒートアイランド学会論文集 1, 23-29
- 6) 水野雅士・鍋島美奈子・中尾正喜・西岡真稔(2009): 自動車を用いた移動観測による市街地気温分布調査 -セミバリオグラムとクリギング補間による気温水平分布の分析: 日本建築学会環境系論文集 74(644), 1179-1185
- 7) 環境省(2009): ヒートアイランド対策ガイドライン平成20年度版-技術資料4 気温等の測定方法 135-140

(2020.9.26受付, 2021.3.30受理)