

研究助成実施報告書

助成実施年度	2019 年度
研究課題（タイトル）	「動的」 ヒートアイランドへのパラダイムシフトと新指標の構築
研究者名※	本條 毅
所属組織※	千葉大学大学院 園芸学研究科 教授 (千葉大学大学院 園芸学研究院)
研究種別	研究助成
研究分野	都市環境工学
助成金額	150 万円
発表論文等	

※研究者名、所属組織は申請当時の名称となります。

() は、報告書提出時所属先。

大林財団 2019 年度研究助成実施報告書

所属機関名 千葉大学大学院園芸学研究院

申請者氏名 本條 毅

研究課題	「動的」 ヒートアイランドへのパラダイムシフトと新指標の構築
(概要) ※最大 10 行まで 従来のヒートアイランド研究では、ヒートアイランドは静的なものとして捉えられていた。しかし、関東地方のような沿岸部の都市では海陸風の影響で、ヒートアイランドの分布や形状は 1 日のうち時間とともに大きく動的に変化し、また、季節的にも変化する。そこで、本研究では関東地方のヒートアイランドの分布が、どのように 1 日あるいは季節で変化するかを、ヒートアイランド偏差、ヒートアイランド中心などの指標を用いて解析した。とくに、長期間の関東地方のヒートアイランドの変化を見るため、過去 40 年の AMeDAS のデータを用いて、経年的にどのように変化したかについて解析した。その結果、平均気温は上昇しているものの、ヒートアイランドの動的パターンは、あまり変化していないなどの興味深い結果が得られた。 世界的には、静的ヒートアイランドの概念がまだ一般的ではあるが、本研究ではヒートアイランドが動的であることや、指標としてヒートアイランド中心を用いることの有用性を示すことができた。	

1. 研究の目的	(注) 必要なページ数をご使用ください。
世界最大級の都市圏人口を抱える首都圏において、ヒートアイランド現象によって気温の上昇による熱中症などの問題が深刻になってきており、ヒートアイランドの実態をより詳細に明らかにすることが求められている。 従来のヒートアイランド研究では、ヒートアイランドは静的なものとして捉えられ、都市中心部にヒートアイランドが存在するのが常識であった。しかし、関東地方のような沿岸部の都市では、日中は海から内陸へ比較的冷たい海風が吹くため、ヒートアイランドの高温域は内陸へ移動し、また夜間には逆に、内陸から海へのヒートアイランドの移動が見られる。このようなヒートアイランドの動的な挙動については、世界的にも研究が少ないのが現状である。 そこで、どの程度の割合でヒートアイランドの挙動は動的で、どの程度静的であるのか、過去 40 年間の AMeDAS データ (気象庁) を用いて、長期的な関東地方地方のヒートアイランドの動的特性の実態を明らかにすることが本研究の目的である。 本研究では、ヒートアイランド中心を、相対的に高温の地域の重心と定義した。ヒートアイランド中心は、動的なヒートアイランドの特徴を表す重要な指標であるが、従来の研究での使用例は少ない。世界的には、多数の測定点を持つヒートアイランド観測ネットワークでの測定が少ないことから、動的なヒートアイランドの概念がまだ一般的ではないが、本研究のように多数のデータの積み重ねから、ヒートアイランドが動的であることや、指標としてヒートアイランド中心を用いることの有用性を示すことにより、ヒートアイランドの移動の概念を広めたい。	

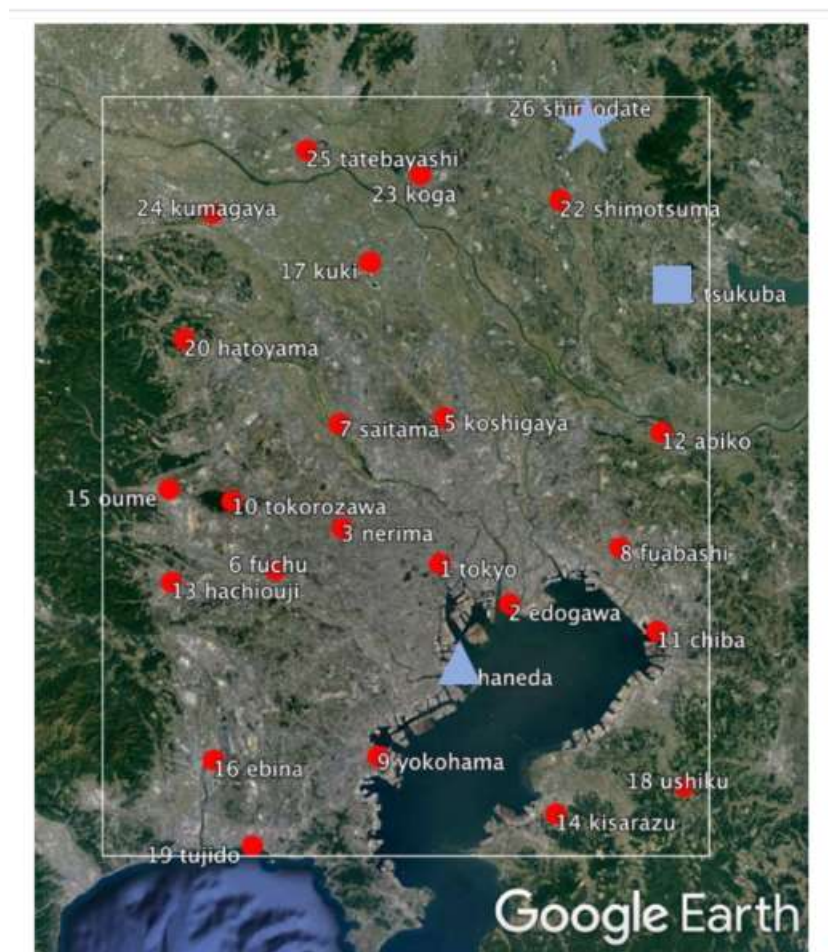
2. 研究の経過

(注) 必要なページ数をご使用ください。

2-1 研究対象と使用データ

研究対象は図1に示すような、東京を中心とした東経139.2度から140.2度、北緯35.3度から36.3度の地域とした。この範囲内に、首都圏の人口密集地はほぼ入っている。図1に解析範囲とその中の26箇所のAMeDASの測定点を示す。

本研究の40年間の長期的な変化の解析には1980年～2019年の1月と8月のAMeDAS気温データを用いた。また、一年を通しての変化の解析には、2002年の1月～12月のデータを用いた。



(●1980～、■1990～、▲1994～、★2002～)

図1 解析範囲

測定点の数は年代により異なり、1980～1989年は23地点、1990～1993年は24地点、1994～2001年25地点、2002年～2019年は26地点となっている。

2-2 ヒートアイランド偏差と中心

地域のヒートアイランドの特徴を知るために、ヒートアイランド偏差を次のように定義した。ある測定点のヒートアイランド偏差 h_i は、 i 番目の気温 t_i からすべての測定点の平均気温である t_{ave} を引くことによって計算される。ここで、 n はすべての測定点の数である。

$$h_i = t_i - t_{ave} \quad (1)$$

$$t_{ave} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i \quad (2)$$

また、ヒートアイランド中心は、正のヒートアイランド偏差の重心と定義した。次式のように、ヒートアイランド中心の緯度 L_{HC} は各測定点の緯度 l_i とヒートアイランド偏差 h_i をかけたものの総和をヒートアイランド偏差の総和で割ったものである。ヒートアイランド中心の経度も同様に計算できる。

$$L_{HC} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \quad (if \ h_i \geq 0 \ then \ h_i = h_i \ else \ h_i = 0) \quad (3)$$

また、同様にして、クールアイランド中心を、負のヒートアイランド偏差の重心として次式のように定義できる。クールアイランド中心の緯度 L_{CC} は次の式で計算できる。

$$L_{CC} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \quad (if \ h_i \geq 0 \ then \ h_i = h_i \ else \ h_i = 0) \quad (4)$$

ヒートアイランド中心とクールアイランド中心の動きから、ヒートアイランドの特徴を知ることができる。沿岸都市の場合、海陸風の影響により、ヒートアイランド中心は日中沿岸から内陸に移動し、夜は逆方向に移動する。風の弱い内陸の都市では、沿岸都市ほどのヒートアイランド中心は変化しないと考えられる。

2-3 ヒートアイランド偏差の分布とヒートアイランド中心

2002年と2013年については1月～12月の平均値の分布図を作成した。また、1980年～2019年については1月と8月の平均値の分布図を作成した。この場合の月平均は、天候にかかわらずすべてのデータの平均値とした。これと同様に、分布図を作成した月に関して、24時間のヒートアイランド中心の位置の計算も行った。これらの図を比較することにより、ヒートアイランドの分布の変化を読み取った。

3. 研究の成果

(注) 必要なページ数をご使用ください。

3-1 各月のヒートアイランド偏差の変化

ヒートアイランド偏差の変化が、各月でどのように変化するかを見るために、代表例として図2に2002年の月毎のヒートアイランド偏差の分布図を示す。他の年についても、分布図を作成したが、同様な変化パターンを示した。赤い部分が、相対的に気温が高い地域であり、ヒートアイランドの範囲を示している。青い部分は、相対的に気温が低い地域である。この図では、1月、2月と11月、12月に、沿岸部の相対的高温域（ヒートアイランド）が存在することがわかる。一方、5月～9月には、相対的高温域は、沿岸部と内陸部へ広がっている。冬に比べて、夏の場合は、相対的高温域のヒートアイランド偏差絶対値はあまり高くなく、濃い赤の地域が少ない。

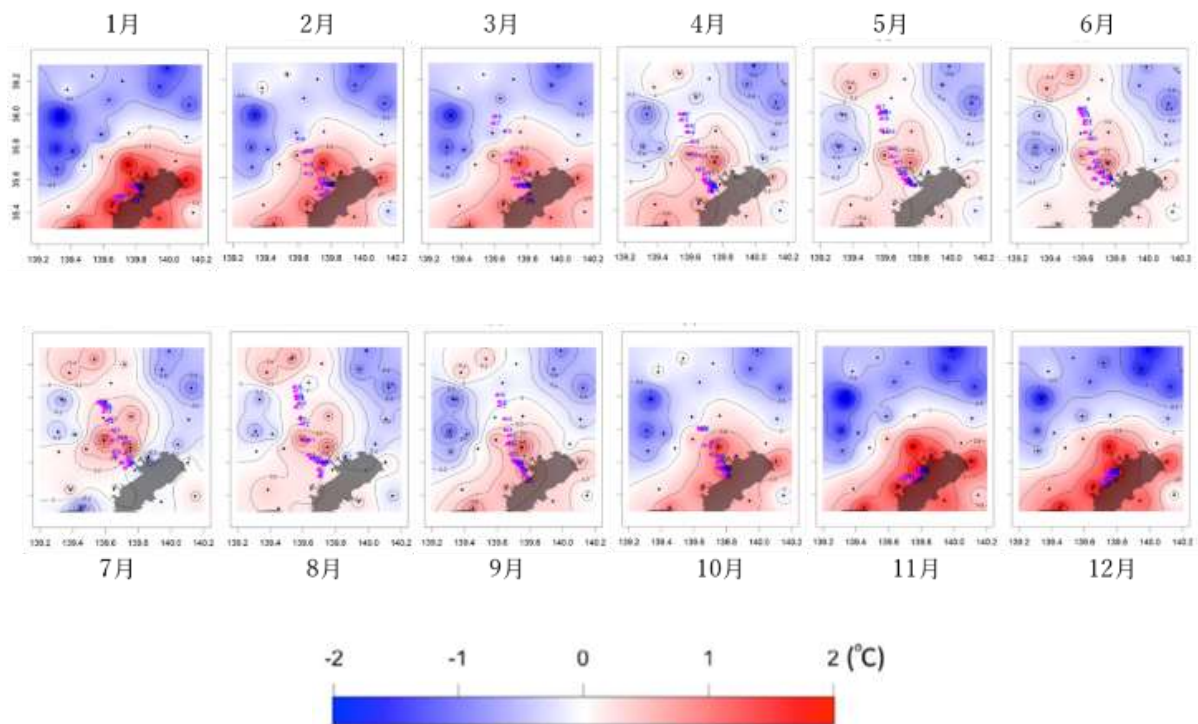


図2 2002年のヒートアイランド偏差の1年間の変化
(△はヒートアイランド中心、その横の数字は時刻を表す)

本研究では、5月～9月のような分布を夏型、11月～2月のような分布を冬型のヒートアイランドと呼ぶことにした。また、4月、5月と10月は、夏型と冬型の移行期であり、中間型ともいえる。

図3に夏型と冬型の代表的なヒートアイランド偏差の分布図として、図2の8月(夏型)と1月(冬型)の拡大図を示す。

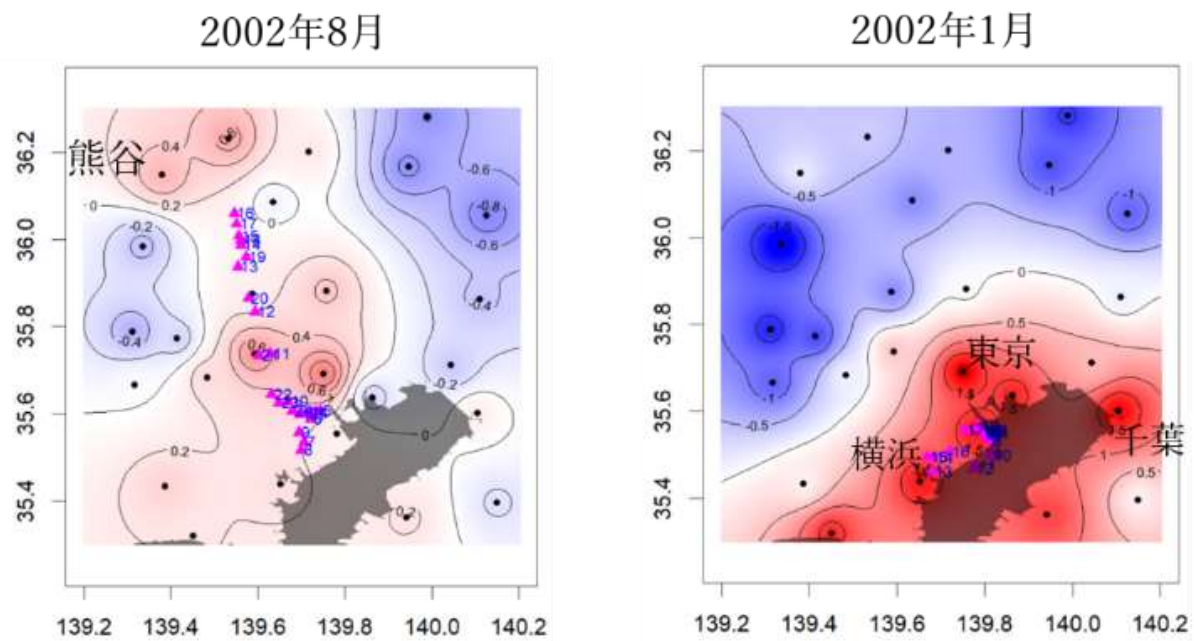


図3 2002年8月(夏型)と2002年1月(冬型)のヒートアイランド偏差分布図
(△はヒートアイランド中心、その横の数字は時刻を表す)

ヒートアイランド中心の動きに着目すると、夏型では8時に最南端の中心が観測され、16時には最北に達し、その後、夜間から朝にかけてヒートアイランド中心は沿岸部に戻る。つまり、ヒートアイランドの南北の動き（海と内陸間の動き）が明らかである。各時刻の分布は表示していないが、ヒートアイランドが8時頃は沿岸部にあるのに対し、16時にはヒートアイランドは、北部の熊谷のあたりにある。一方、冬型のヒートアイランド中心は、図3のように1日を通して沿岸部に位置し、動きは非常に小さい。これは、各時刻のヒートアイランドが沿岸部にあり、あまり変化しないためである。このようなパターンが首都圏ヒートアイランドの大きな特徴である。

3-2 ヒートアイランド偏差の40年間の変化

40年間の変化の解析には、夏型と冬型の代表的な月である8月と1月のAMeDASデータを用いた。

図4に1980～2019年の8月と1月の、図1のAMeDAS測定点すべての平均気温を示す。8月、1月ともに、各年の変動が大きいものの、40年間では気温が上昇傾向にあることがわかる。

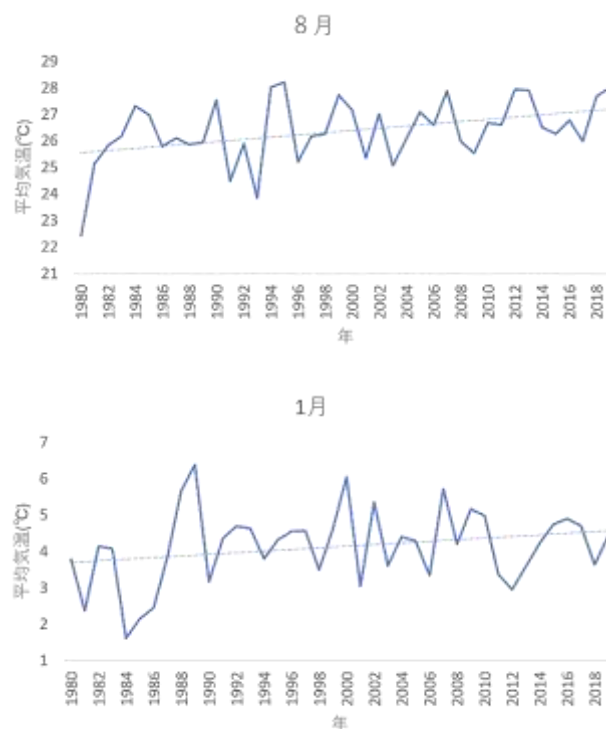


図4 AMeDAS 測定点の1980年～2019年の8月と1月の平均気温

図5に1980～2019年の8月のヒートアイランド偏差分布図を、図6に、1980～2019年の1月のヒートアイランド偏差分布図を示す。この図により、ヒートアイランド偏差の経年変化がわかる。多少の差は各年ともあるものの、40年間の8月の分布図を比較すると、非常に良く似通っていることがわかる。1月の分布図についても同様である。この間、東京の都市気候の形成や、地球温暖化も進んだと考えられるが、相対的な気温分布であるヒートアイランド偏差図には、大きな差が見られなかった。つまり、図4に示したような全体的な気温の上昇が見られるものの、各測定点間の相対的な気温の高低は夏型、冬型ともにあまり変化していないということがわかった。

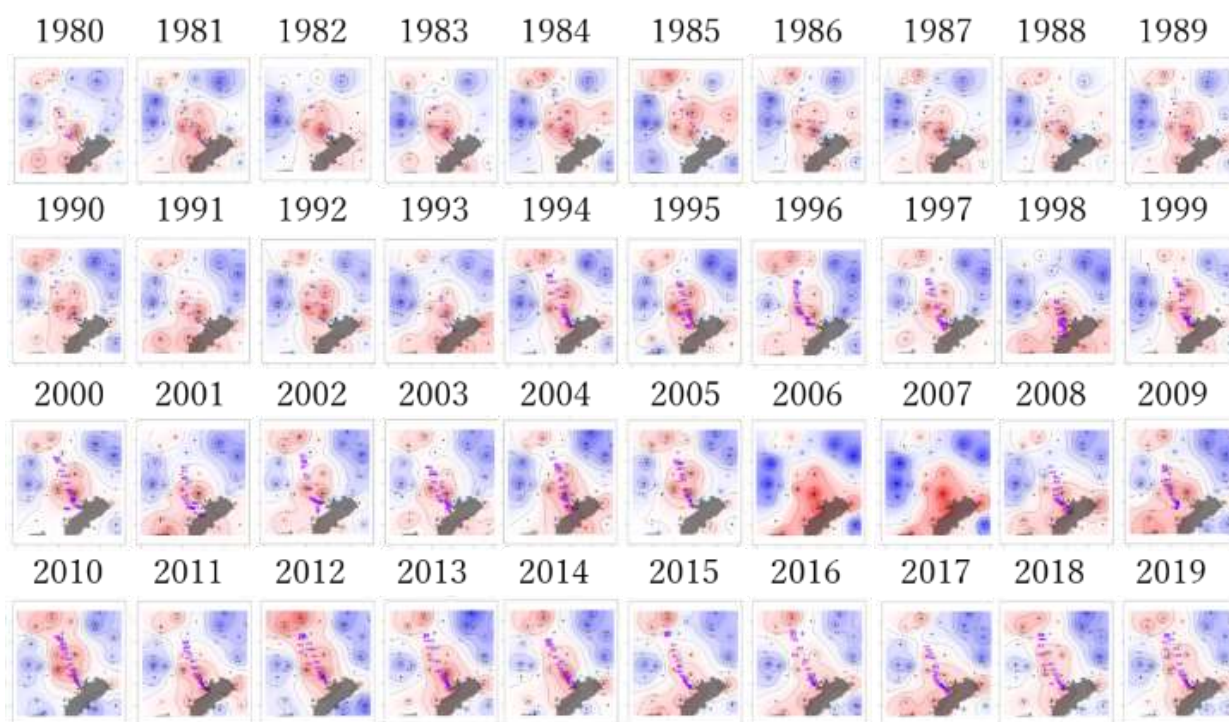


図5 1980年～2019年の8月のヒートアイランド偏差の分布図
(△はヒートアイランド中心、その横の数字は時刻を表す)

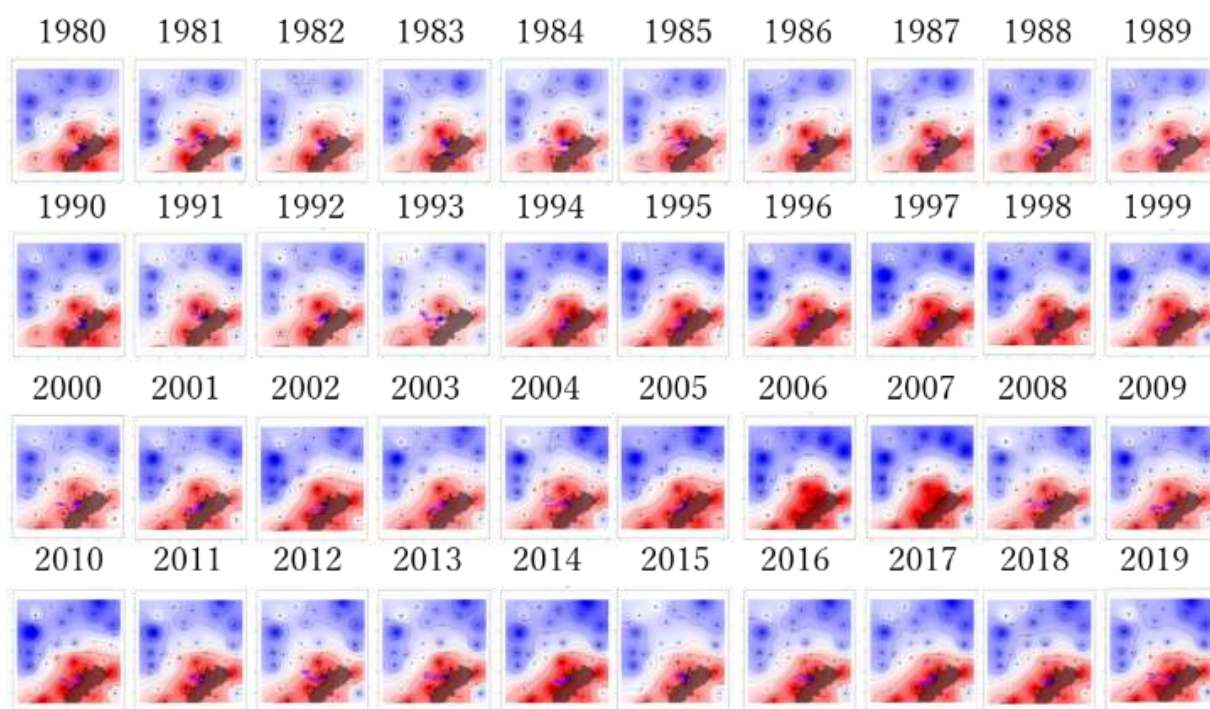


図6 1980年～2019年の1月のヒートアイランド偏差の分布図
(△はヒートアイランド中心、その横の数字は時刻を表す)

図5と図6は小さいため、その中の最初と最後3年（1980～82年と2017～19年）をとりだし、拡大したものを図7と図8に示した。各年の平均気温は変わっているものの、1980～82年と2017～19年を比較すると、8月と1月のヒートアイランド偏差のパターンは大きくは変わっていない。

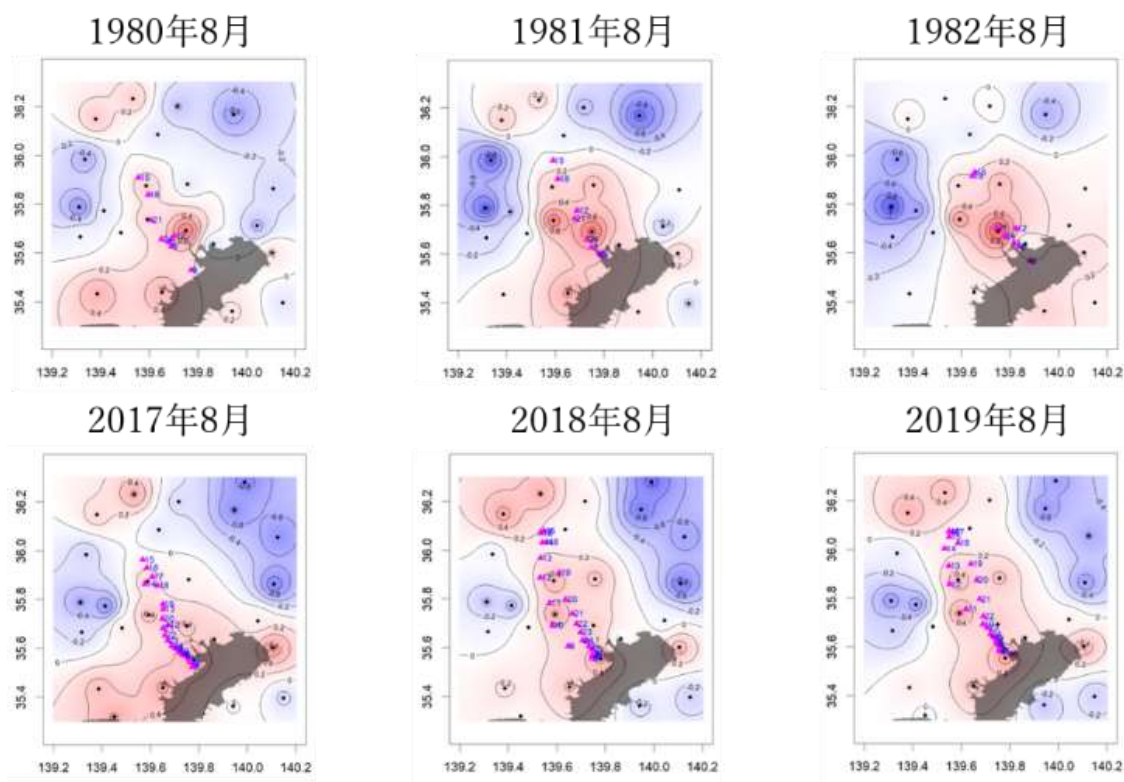


図7 1980～82年と2017～19年8月のヒートアイランド偏差の変化

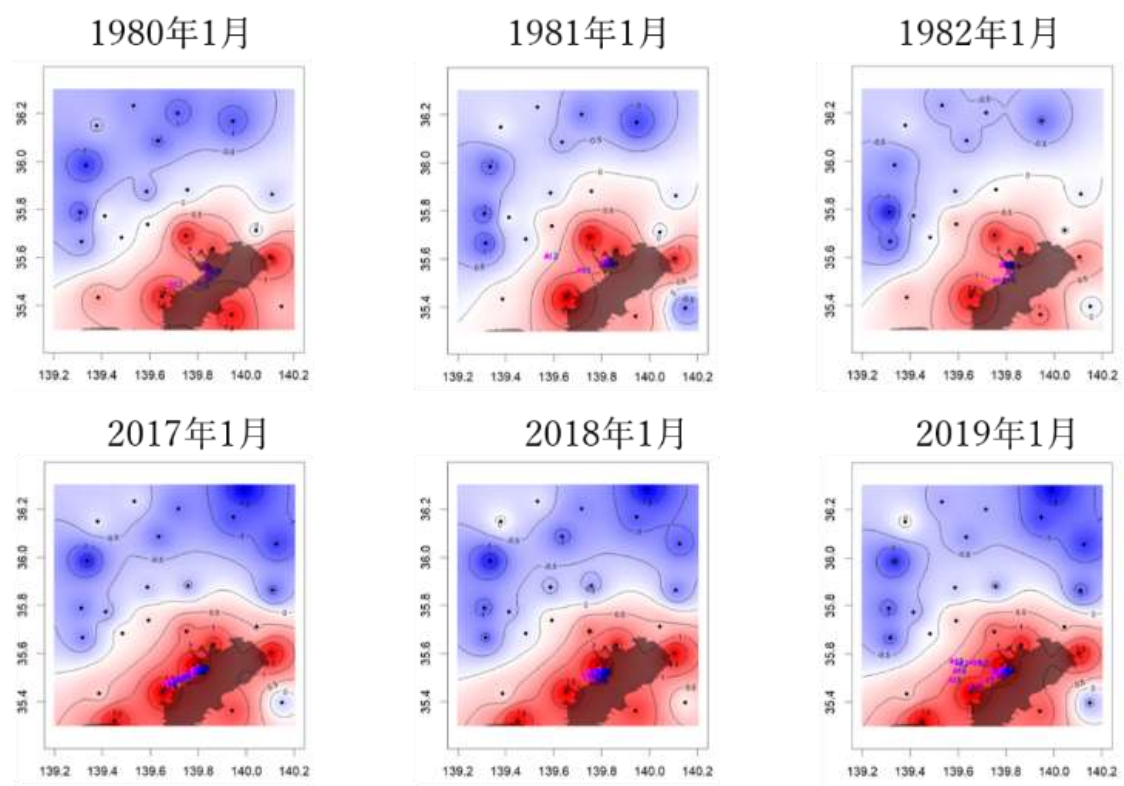


図8 1980～82年と2017～19年1月のヒートアイランド偏差の変化
(△はヒートアイランド中心、その横の数字は時刻を表す)

ただし、図 7 の 8 月の分布図では、東京のヒートアイランド偏差の値が小さくなり、熊谷、館林のヒートアイランド偏差が大きくなる傾向が見られた。図 8 の 1 月の分布図でも、東京のヒートアイランド偏差が小さくなる傾向が見られた。東京については、大手町から北の丸公園への測定点の移動の影響の可能性もある。

ヒートアイランド中心は、1980～82 年の測定間隔が 3 時間、2017～19 年の測定間隔が 1 時間であるため、やや、1980～82 年の中心の数が少なく見えるが、夏季に南北に移動し、冬季は沿岸で移動しないという特徴は、同じである。

3-3 まとめ

1980 年～2019 年の 40 年間のヒートアイランドの分布を解析した結果、夏型、冬型があり、両方の型ともに、多少の差は各年ともあるものの、8 月の分布図を比較すると、非常に良く似通っていた。1 月の分布図についても同様である。この間、東京の都市の高温化はより進んだと考えられるが、図 4 に示したように全体的な気温の上昇が見られるものの、相対的な気温分布であるヒートアイランド偏差図には、大きな差が見られなかった。ただし、今回用いた測定点は 26 点であったため、空間的な解像度には限界があり、細かな経年変化は反映されていない可能性がある。

4. 今後の課題

(注) 必要なページ数をご使用ください。

本研究では、過去 40 年間のヒートアイランド偏差の分布の変化を解析し、平均気温は上昇したものの、関東のヒートアイランドの動的な挙動の変化はあまり見られなかった。とくに、ヒートアイランドの形状が大きく変化する夏型についても、月平均の分布でみると 40 年間あまり変化がないことがわかった。

これらの特徴は、関東地方以外の沿岸都市でも見られる可能性があるが、本研究ではその検証は行えなかったので今後の課題としたい。

また、ヒートアイランド強度については、過去 40 年間どのような変化があったかについて、詳細な解析を行えなかった。多数の測定点がある場合に、どのようにヒートアイランドの強度を導き出すかは難しい問題である。ヒートアイランド強度を導き出す手法についても、今後の課題である。