

千葉県におけるヒートアイランドの実態調査

2010, 2011 年度調査結果

岡崎 淳 井上智博 松本邦男*

(*:千葉県環境生活部環境政策課)

1 はじめに

地球温暖化の影響により地球の平均気温は100年あたり約0.68 上昇していると言われている¹⁾。一方、東京など日本の大都市の平均気温は約2~3 上昇しており、これは地球温暖化の影響に加えてヒートアイランド現象の影響によるものと考えられている²⁾。千葉県では、ヒートアイランド現象を人工的影響で他地域より気温が高くなる現象として捉え、対策を検討することとし、2010 年度、2011 年度は県内におけるヒートアイランド現象の実態把握を行った。本報告では、2010, 2011 年度の実態調査結果について報告する。

2 調査内容

調査は、ボタン型自動記録式温度計を県内129カ所の小学校の百葉箱等に設置し、概ね3か月に1回郵送により交換を行った。(写真は使用した温度計、ホルダーに付けた状態の機器を使用した。)



2・1 調査期間

2010年6月から2012年3月まで約2年間

2・2 実施機関

千葉県環境生活部環境政策課, 千葉県環境研究センター

2・3 観測地点

北西部, 東京湾岸地域では5kmメッシュ内の小学校1箇所に, それ以外の地域は10kmメッシュ内の小学校1箇所にボタン型自動記録式温度計を設置し, 気温測定を行った。設置場所については, 百葉箱を基本とし, 風通しが良く, 周囲に排熱機器(エアコンの吹き出し口, ボイラーの煙突など)が無い場所を選定した。小学校が無い場合は中等高等学校, 県・市関係機関等に設置した。

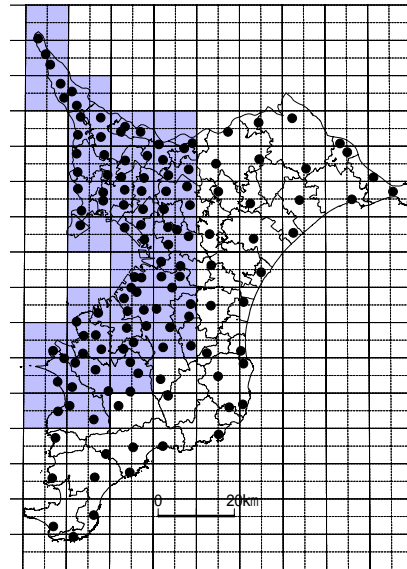


図1 観測地点

図中の濃い色の地域には5kmメッシュに1地点, それ以外の地域には10kmメッシュに1地点配置した。

2・4 検討対象観測地点および対象期間

欠測期間が1月以上ある地点を欠測地点とし, 月平均等の検討対象から除外した。この結果, 対象観測地点は107地点となった。また, 対象観測地点において90%以上測定結果が得られた月を対象月とした結果, 対象期間は2010年7月から2012年2月となった。

3 調査結果

3・1 測定値の妥当性について

今回の観測結果についてアメダス等の気象官署測定値および大気汚染常時監視測定局(以下, 測定局)における気温測定値と比較した。アメダスおよび測定局の測定場所に近い観測地点を選定し, 2010年7月から2012年2月までの日平均値で比較した。比較した観測地点は, アメダスについてはアメダス測定地点と観測地点が約2km圏内にある4地点, 千葉市幸町第三小(千葉), 勝浦小(勝浦), 我孫子湖北小(我孫子), 船橋高根台二小(船橋)を選んだ(()内は対応するアメダス地点を表す)。測定局については, 測定局と観測地

点が1 km圏内にある,野田市中央小(野田市野田局), 柏市花野井小(柏大室局),佐倉市志津小(佐倉井野局), 君津貞本小(君津久保局),一宮町東浪見小(一宮東浪見局)の5 地点を選んだ。表1に相関係数,回帰直線式などを示した。相関係数は非常に高く,日平均気温の変動はほぼ同じと言えた。また, $y =$ 観測地点測定結果, $x =$ アメダス等気温測定値,として求めた回帰係

数も1に近く,測定値の差の頻度分布をみても1 以内の割合が最低の柏でも93.3%であり,ほぼ差は1 以内に収まっている。差が0.5 でも船橋や勝浦はほぼ90%のデータがこの範囲に収まっている。これらのことから,今回の観測値はアメダスによる気温観測値及び測定局の気温測定値とほぼ同じであり,気温として妥当性のある観測結果であると言えた。

表1 アメダス,常時監視測定局測定値との比較

観測地点	アメダス等	相関係数	回帰係数	切片	差が1 以内割合(%)	差が0.5 以内割合(%)
千葉市幸町第三小	千葉	0.9990	1.039	-0.805	97.4	65.5
船橋市高根台第二小	船橋	0.9995	1.006	0.174	100.0	88.7
勝浦市勝浦小	勝浦	0.9996	1.005	0.087	100.0	96.1
我孫子市湖北小	我孫子	0.9995	0.991	0.515	98.2	59.3

観測地点	測定局名	相関係数	回帰係数	切片	差が1 以内割合(%)	差が0.5 以内割合(%)
野田市中央小	野田市野田	0.9998	1.014	-0.089	100.0	95.1
柏市花野井小	柏大室	0.9988	1.004	0.344	93.3	52.5
佐倉市志津小	佐倉井野	0.9996	0.997	0.336	100.0	79.1
君津市貞元小	君津久保	0.9992	0.990	0.291	99.0	81.4
一宮町東浪見小	一宮東浪見	0.9993	1.009	0.279	95.4	60.8

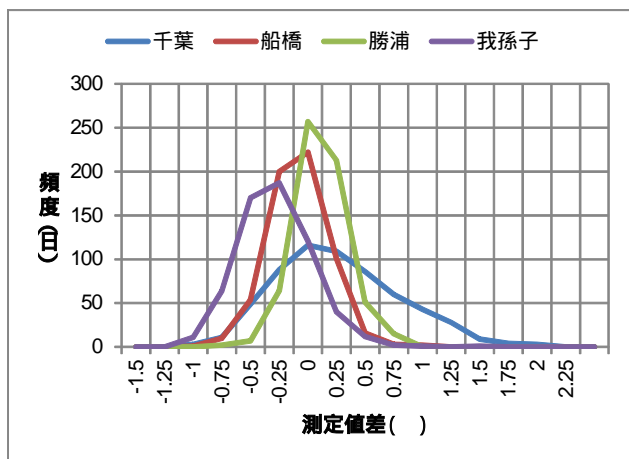


図2 アメダスと観測地点の測定値差の頻度分布

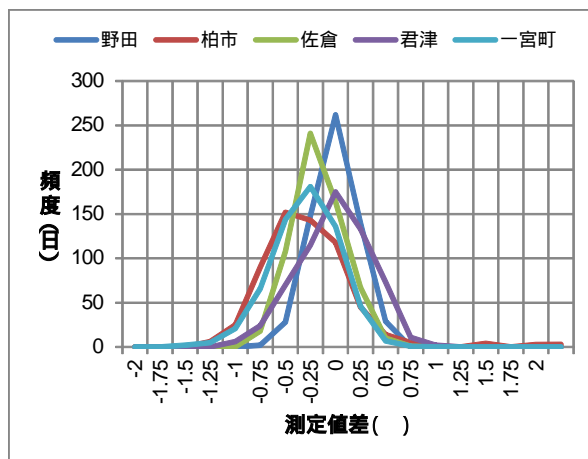


図3 測定局と観測地点の測定値差の頻度分布

3・2 調査期間中の平均気温等の分布

調査期間中の平均気温,最高気温,最低気温,日較差(日最高気温と日最低気温の差),熱帯夜日数,真夏日日数等について分布図4~11に示した。

平均気温:南房総沿岸部,東京湾沿岸部が高く,九十九里沿岸部は低い傾向が見られた。また,市原から成田にかけての房総半島内陸部は平均気温が低いことが認められた。最高は南房総市白浜小の17.0,最低

は成田市前林小の14.6であった。

最高気温:太平洋沿岸部が低く,南房総の太平洋岸は特に低いことが認められた。東葛,葛南,千葉地域が高い傾向があり38以上の地点も見られた。最高は柏市花野井小の39.6,最低は勝浦市勝浦小の31.9であった。

最低気温:南房総沿岸部,葛南地域が高く-3以上であった。九十九里沿岸部はやや低い傾向が見られ

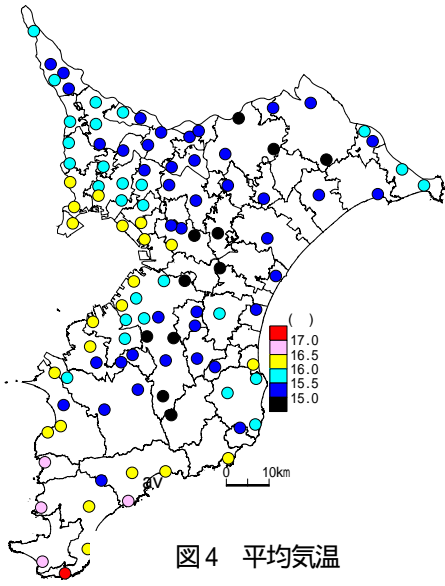


図4 平均気温

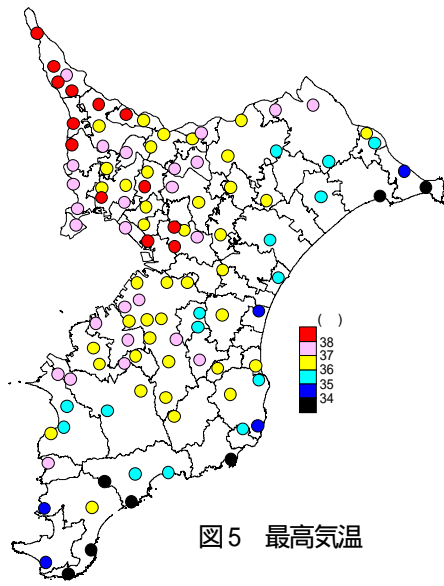


図5 最高气温

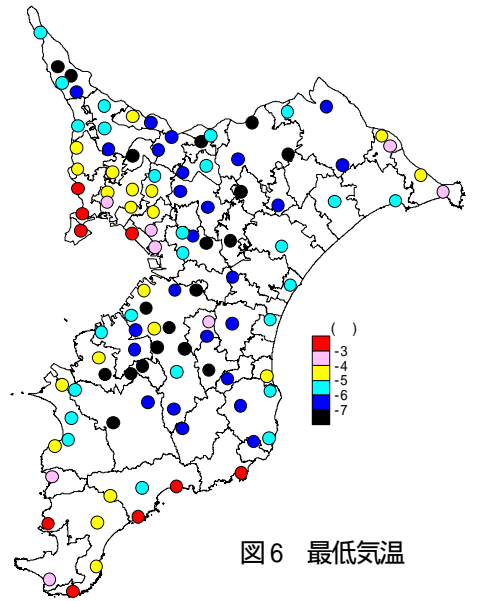


図6 最低气温

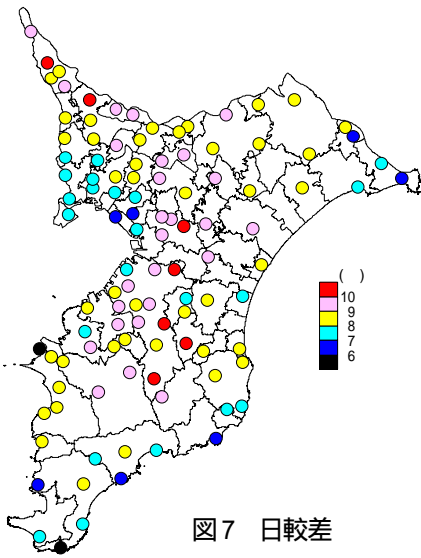


図7 日較差

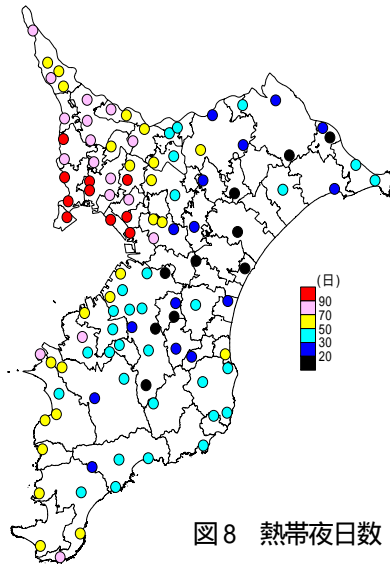


図8 熱帯夜日数

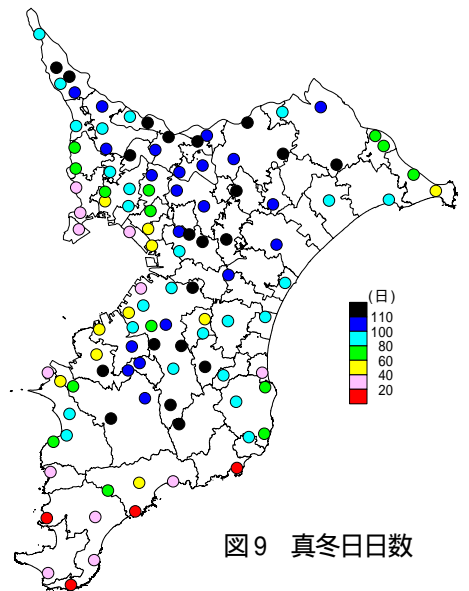


図9 真冬日日数

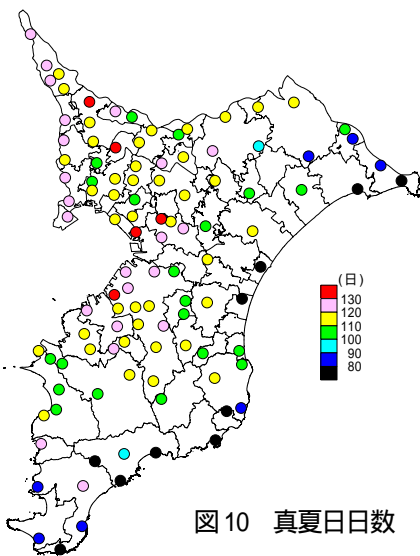


図10 真夏日日数

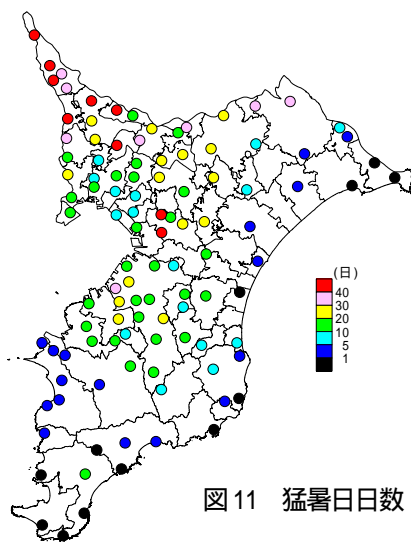


図11 猛暑日日数

表2 熱帯夜日数等の平均と2010, 2011年度間の相関係数

	2010年度	2011年度	2010, 2011年度間の相関係数
熱帯夜日数	28.5	22.7	0.951*
冬日日数	35.3	46.8	0.957*
真夏日日数	58.6	49.4	0.924*
猛暑日日数	11.2	4.7	0.957*

* :1%有意

た。また、市原から成田にかけての房総半島内陸部は平均気温同様に低いことが認められた。最低は市原市市東第一小の 8.4 ，最高は南房総市白浜小、鴨川市天津小の-2.1 であった。

日較差：日較差が大きいのは、市原内陸部、長南町から千葉市内陸部にかけての地域と、野田、柏市の地点であった。一方、葛南地域や、太平洋岸地域は日変化が小さい地域であった。最高は、千葉市更科小学校の 10.5 ，最低は南房総市白浜小学校の 5.4 であった。

熱帯夜：夜間最低気温が 25 以上の夜を熱帯夜と言うが、夏季の日最低気温はおおむね夜間に出現することから、一般に日最低気温 25 以上の日数を熱帯夜日数としており、ここでも日最低気温 25 以上の日数とした。2010 年 7 月~9 月、2011 年 7 月~9 月の期間における熱帯夜日数が 90 日以上を記録した地点は、千葉市から船橋市、市川市、浦安市にかけての東京湾岸地域と八千代市、松戸市の 10 地点であった。最高は 103 日で、千葉市海浜打瀬小、船橋市海神小であった。一方、20 日未満であった地点は、房総半島の中央部である市原市の内陸部と、香取、山武、東庄町、大網白里、九十九里、芝山、長柄の 10 地点であった。最低は 13 日で大網白里町季美の森小であった。

2010 年度と 2011 年度を比較すると 相関は高く(相関係数 0.951, 1%有意)、熱帯夜日数が多い、少ないという地点間の相対的な関係は変化が無かった。熱帯夜日数地点平均は、2010 年度が 28.5 日、2011 年度は 22.6 日で 6 日ほど減少した。

冬日：2010 年 12 月~2011 年 2 月および 2011 年 12 月~24 年 2 月における日最低気温 0 未満の日数(冬日)が 30 日未満であったのは、市川、浦安、千葉、及び南房総 鴨川に至る湾岸地域の 10 地点であった。一方、110 日以上であった地点は房総半島の中央部(市

原南部から千葉市内陸部)と成田市、野田市、印西市、君津市の 21 地点であった。最高は市原市市東第一小の 127 日、最低は南房総市白浜小の 5 日であった。

熱帯夜日数と同様に 2010, 2011 年度間は相関は高く(相関係数 0.957)、冬日日数に関する相対的な地点間の関係は変化が無かった。2010 年度と 2011 年度の冬日日数地点平均は、それぞれ 35.35 日、46.8 日で、2011 年度は 2010 年度に比べて 11 日ほど増加した。

真夏日：2010 年 7 月~9 月、2011 年 7 月~9 月の期間における真夏日日数(日最高気温 30 以上)が 130 日以上を記録したのは、千葉市、柏市、白井市、市原市の地点で、最高は 136 日の千葉市幸町第三小であった。一方、90 日未満の地点は銚子市から館山市にかけての太平洋岸地域の 17 地点であり、最少は勝浦市勝浦小で 23 日であった。

他の指標と同様に 2010, 2011 年度間の相関は高く(相関係数 0.924)、真夏日日数に関する相対的な地点間の関係は変化が無かった。2010 年度、2011 年度の真夏日日数地点平均は、それぞれ 58.6 日、49.3 日であった。また、真夏日日数は 2010 年度は 60 日~70 日(63 地点)に、2011 年度は 50 日~60 日(61 地点)に集中しており、地点間の差が出にくい指標であると言えた。

猛暑日：2010 年 7 月~9 月、2011 年 7 月~9 月の期間における猛暑日日数(日最高気温 35 以上)が 40 日以上となったのは千葉及び野田、柏、流山、我孫子、白井市の県北西部の 9 地点であった。最も多かった地点は千葉市若松小で、59 日であった。一方、猛暑日が 0 日の地点は房総半島南部の沿岸部を中心に 12 地点であった。

2010, 2011 年度間を比較すると、他の指標同様に相関は高く(相関係数 0.957)、相対的な地点間の関係は変化が無かった。猛暑日日数地点平均は 2010 年度が 11.2 日、2011 年度は 4.7 日と 7 日ほど減少した。

4. メッシュ気候値との関係について

気温および気圧を基に算出した熱帯夜数などは、元来その地点が属する気候的特徴も含まれており、必ずしもヒートアイランド現象を反映していない部分もある。そこで、ここでは都市化が進行していない時期の

平均的気温を表すと考えられる旧メッシュ気候値との比較を検討した。メッシュ気候値とは、気象庁がアメダス等のデータを基に、地形、標高等を考慮した統計的処理を行い、3次メッシュ単位の気温、降水量等の推定したものである。現在ではメッシュ気候値2000として、1971年~2000年のデータを基にした気候値が作成されているが、旧メッシュ気候値⁴⁾として1953年~1982年のデータを基に作成されたデータも国のデータベースで公表されている。旧メッシュ気候値は、使用データが1953年~1982年と古く、また、作成に当たり地形、標高を考慮しているのみで、都市因子などは考慮していないことから、千葉県でヒートアイランドが形成される前の平均的気温を表していると考えられる。今回はこの旧メッシュ気候値を利用し、観測値との比較を行った。気候値の年平均が1月~12月の平均として提供されているため、観測値は平成23年1月~12月の1年間の平均値とし、気候値の年平均と観測地の年平均の差（以下（気候値 - 観測値）と表記）について検討した。気候値の推定誤差は0.5程度と言われており、0.5以上の差があれば、温暖化あるいは土地利用の変化や、排熱、建造物の増加などによる変化と推定される。

4・1 （気候値 - 観測値）と真夏日日数等との関係
 調査地点における（気候値 - 観測値）の分布を図12に示した。気温差が大きい地点は、市原から浦安にかけての東京湾岸及び東葛地域、我孫子市の地域であった。これらの地点はヒートアイランド現象が比較的大きく現れている地点と推測された。これまでの熱帯夜等の分布と比較すると、熱帯夜日数の分布に類似していた。また、（気候値 - 観測値）と熱帯夜日数等との相関係数を表3に示した。熱帯夜日数との相関が高く、他の指標は高い相関が認められなかった。

表3 （気候値 - 観測値）と熱帯夜日数等の相関係数

項目	（気候値 - 観測値）との相関係数
熱帯夜日数	0.751*
冬日日数	0.438
真夏日日数	0.442
猛暑日日数	0.355

*：1%有意

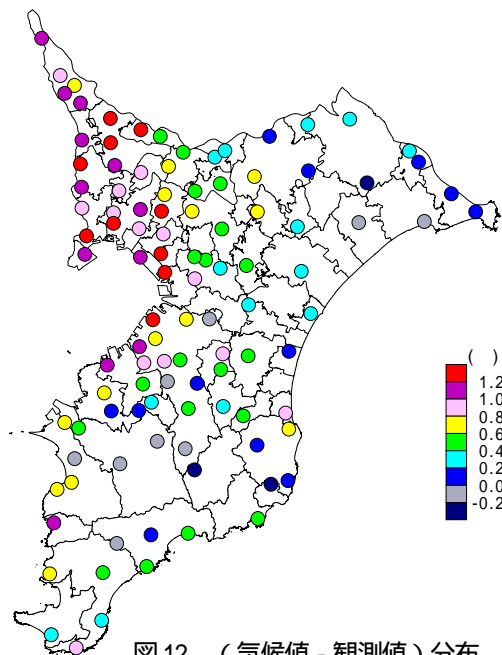


図12 （気候値 - 観測値）分布

4・2 （気候値 - 観測値）と世帯数等の関係

ここでは、ヒートアイランドに影響すると考えられる要素として良くあげられる、世帯数、緑地率、排熱量（事業所顕熱、自動車顕熱、建物顕熱）との関係について検討した。排熱量は本事業の委託調査の結果³⁾を用いる。

世帯数 2005年度国勢調査に基づく3次メッシュ単位の世帯数の分布図を図13に示した。

葛南から千葉にかけての地域に、5000世帯/km²のメッシュが見られ、その周辺で1000世帯/km²のメッシュが集中している。一方、南房総の内陸部や千葉市以南の埋立地は世帯数が0となっている。この1kmメッシュデータを5kmメッシュに集計した値と、各調査地点における（気候値 - 観測値）を散布図として図18に示した。世帯数が増えるほど、（気候値 - 観測値）が大きい地点が増える傾向が認められ、相関係数は1%有意で相関関係は認められた。

緑地率 2006年度土地利用データを基に、緑地率（森林、草地等の面積/1kmメッシュ面積（%））を算出し、図14に示した。東葛、葛南、千葉地域、市原から富津にかけての沿岸部は緑地率が低く30%以下であった。南房総は沿岸部を除き90%以上の緑地率であった。この1kmメッシュを5kmメッシュに集計した値と、各調査地点における（気候値 - 観測値）を散布図として図19に示した。

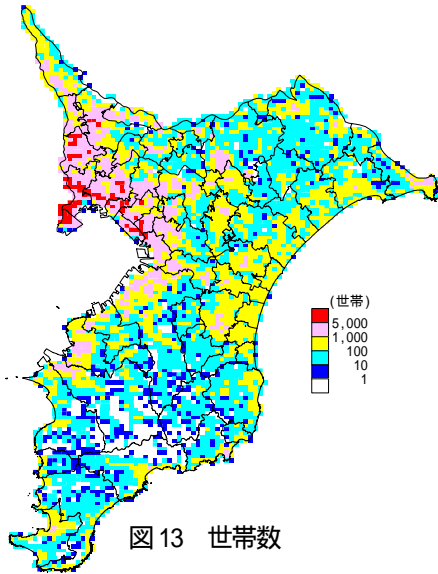


図13 世帯数

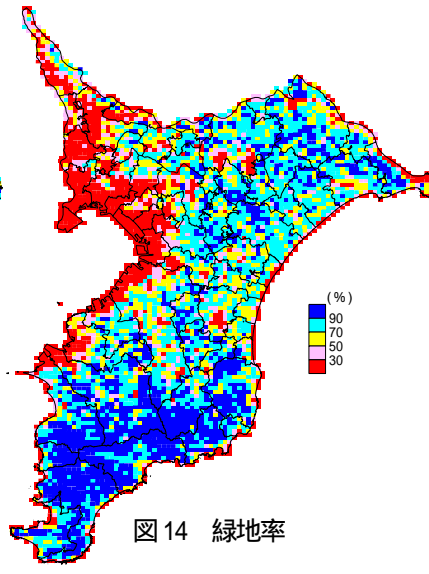


図14 緑地率

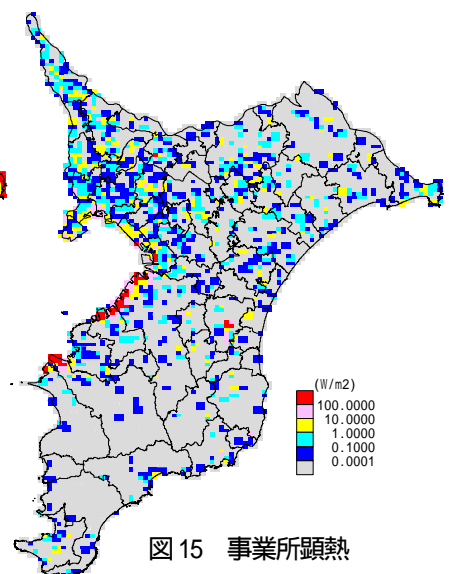


図15 事業所顕熱

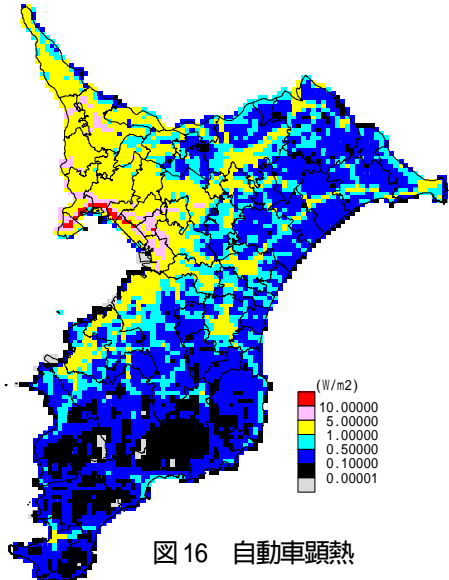


図16 自動車顕熱

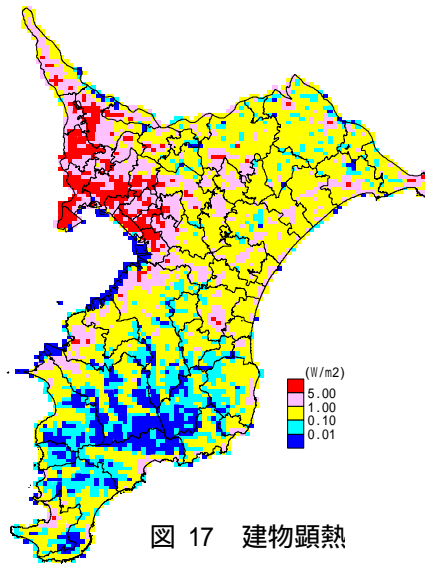


図17 建物顕熱

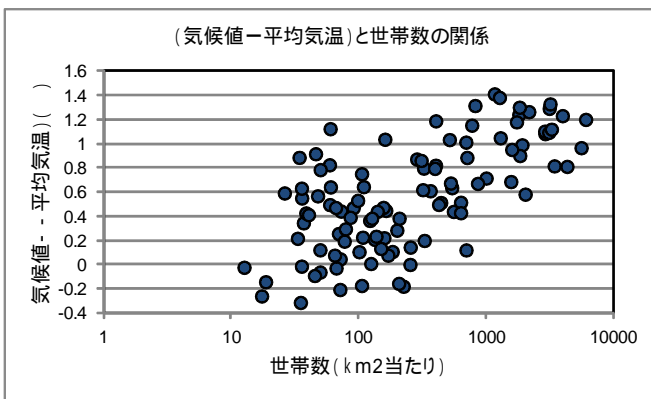


図18 (気候値 - 観測値)と世帯数の関係

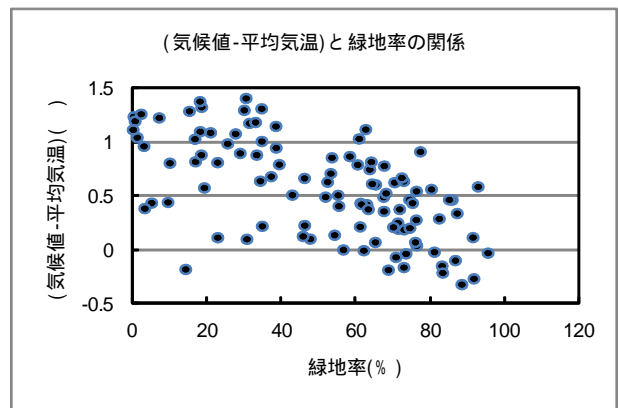


図19 (気候値 - 観測値)と緑地率の関係

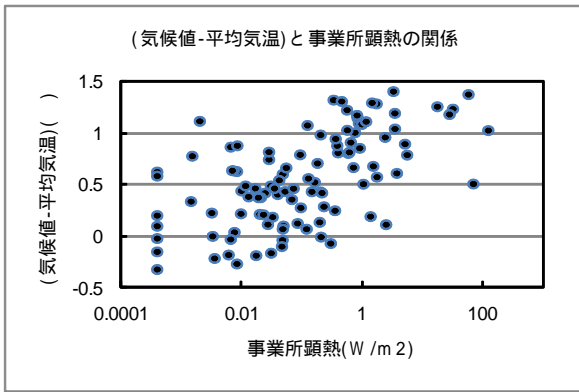


図20 (気候値 - 観測値)と事業所顕熱の関係

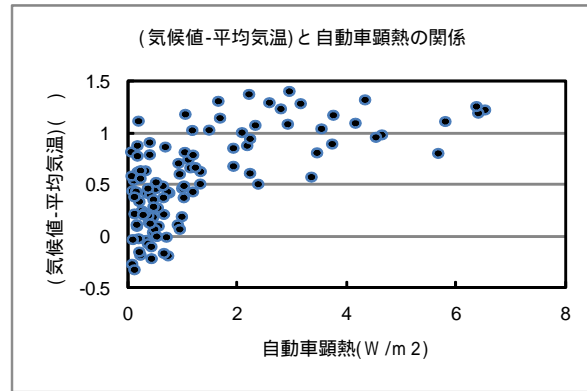


図21 (気候値 - 観測値)と自動車顕熱の関係

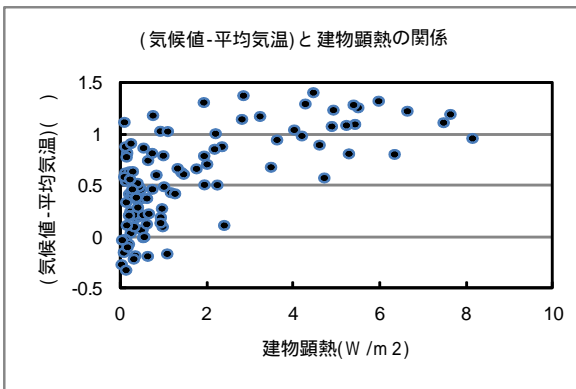


図22 (気候値 - 観測値)と建物顕熱の関係

バラツキは大きいものの、緑地率が大きくなるほど(気候値 - 観測値)が減少する傾向が認められ、相関係数も-0.616と比較的高い値を示した。

事業所顕熱 事業所からの顕熱について図15に示した。県内は、大規模な事業所が千葉から富津にかけての沿岸部に位置しており、そのメッシュのみ100w/m²以上と極端に大きな排熱量となっているのが分かる。事業所顕熱についても他と同様5kmメッシュデータにして、(気候値 - 観測値)との関係を図20に示した。事業所顕熱が大きいと(気候値 - 観測値)が大きくなる傾向が認められ、相関係数は0.598であった。

自動車顕熱 自動車からの顕熱について図16に示した。県北西部が高く特に湾岸部の主要幹線道路周辺では熱量が高くなっている。また、郊外でも幹線道路周辺や中心的市街地では高くなっている。他と同様に(気候値 - 観測値)との関係を図21に示した。自動車顕熱が高いと(気候値 - 観測値)の大きい地点が増える傾向があり、相関係数も0.648と比較的高い値を示した。

表4 (気候値 - 観測値)と世帯数等の相関係数

項目	相関係数
世帯数	0.577*
緑地率	-0.616*
事業所顕熱(対数)	0.598*
自動車顕熱	0.648*
建物顕熱	0.655*

*:1%有意

建物顕熱:建物からの顕熱について図17に示した。東葛 葛南から千葉にかけての地域が高くなっており、世帯数の分布と類似している。建物顕熱と(気候値 - 観測値)の関係を図22に示したが、熱量が大きいと(気候値 - 観測値)の大きい地点が増える傾向が認められ、相関係数も0.655と比較的高い値であった。

4・3 重回帰分析による検討

(気候値 - 観測値)をヒートアイランド現象の指標として捉え、ヒートアイランド現象に関わる、土地利用、顕熱量との関係を検討し、ある程度の相関があることが示された。そこで、(気候値 - 観測値)を目的変数として、排熱量等を説明変数として用いて、重回帰分析を行った。使用した項目は、緑地率、世帯数、建物顕熱、事業所顕熱、自動車顕熱である。自由度調整済み重相関係数が最も高くなる組み合わせを選定した。

その結果を表5に示した。緑地率、事業所顕熱、自動車顕熱を用いた回帰式で、自由度調整済み重相関係数0.734を得た。(気候値 - 観測値)は、緑地率、排熱でその情報を55%説明できたことになる。また、t値の大きさから緑地率、自動車顕熱の影響が大きいと言えた。

表5 重回帰分析の結果

		説明変数	係数	t 値
重相関係数	0.743	切片	0.708	4.316
決定係数	0.552	緑地率	-0.004	-2.829
自由度調整済み重相関係数	0.734	自動車顕熱	0.111	2.317
試料数	106	事業所顕熱	0.515	1.365

5 ヒートアイランド現象が顕著な地点

2010, 2011 年度の観測結果, メッシュ気候値との比較などから, 2010, 2011 年度で熱帯夜日数が 120 日以上であり, (気候値 - 観測値) が 1 以上の地点をヒートアイランド現象が顕著な地点として選択した。

その結果, 千葉市から浦安市にかけての東京湾岸地域の 6 地点 (千葉市海浜打瀬小, 千葉市小中台南小, 市川市新浜小, 市川市市川小, 船橋市海神小, 浦安市入船南小) が該当した。

熱帯夜日数, 緑地率, 排熱等について, これら 6 地点と, それ以外の地点の平均を表に示した。熱帯夜日数, 冬日日数は大きな差を示したが, 真夏日, 猛暑日日数はそれほど差がなく, 2011 年度の猛暑日日数はその他地点の方が多い値となった。緑地率は顕著な地点平均が 2% と小さく, 人口, 世帯数が 5~8 倍と大きな差となった。排熱についても建物, 事業所, 自動車いづれも, 顕著な地点が高く, 2~5 倍であった。

以上のことから, 千葉県におけるヒートアイランドが顕著な地域は千葉から浦安にかけての地域であり, 緑地の少なさと排熱 (建物顕熱, 自動車顕熱) の多さが影響していると推測された。

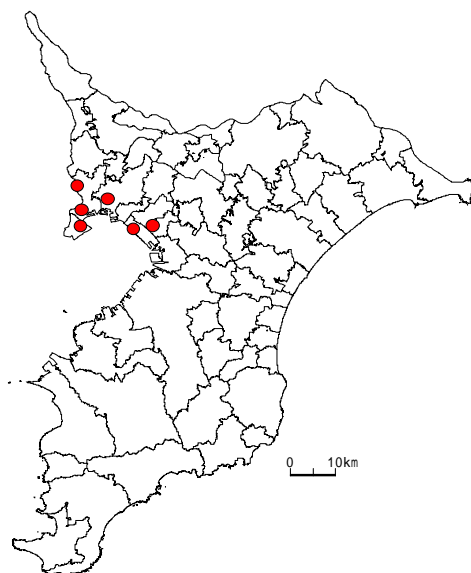


図 23 ヒートアイランド現象が顕著な地点

6 今後

実態調査を継続し, 県内のヒートアイランドの実態把握に努める。また, 委託事業として, 排熱データを用いて, シミュレーションを行い, どのような対策が有効であるか検証し, 対策の方向性を示す予定である。

引用文献

- 1) 気象庁ホームページ: 地球温暖化・世界の年平均気温, http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/an_wld.html .
- 2) 環境省: ヒートアイランド対策マニュアル(2012) .
- 3) 千葉県: 平成 23 年度千葉県ヒートアイランド対策検討調査 (基礎調査) 業務委託 報告書(2011) .
- 4) 気象庁: メッシュ気候値 2000 解説 (2002) .

表6 ヒートアイランド現象が顕著な地点とその他地点の熱帯夜日数等の比較

	2010 年度真夏日 日数	2010 年度猛暑日 日数	2010 年度熱帯夜 日数	2010 年度冬日 日数	日較差 ()
顕著な地点 平均	63.5	11.2	54.5	11.5	7.1
その他の地点 平均	58.3	11.2	27.0	36.7	8.6
	2011 年度真夏日 日数	2011 年度猛暑日 日数	2011 年度熱帯夜 日数	2011 年度冬日 日数	気候値との差 ()
顕著な地点 平均	54.5	3.7	45.0	22.0	1.14
その他の地点 平均	49.1	4.7	21.3	48.3	0.53
	緑地率 (%)	世帯 (世帯/km ²)	建物顕熱 (W/m ²)	事業所顕熱 (W/m ²)	自動車顕熱 (W/m ²)
顕著な地点 平均	2.5	3699.3	6.6	4.8	5.5
その他の地点 平均	53.7	580.2	1.4	3.5	1.1

The survey of the heat island in Chiba Prefecture
The result of the survey in the 2010 fiscal year , 2011 fiscal year
Jun Okazaki , Tomohiro Inoue , Kunio Matsumoto

要旨

千葉県におけるヒートアイランド現象の実態を把握するため 2010 年度及び 2011 年度に調査を行った。調査は千葉県北西部、東京湾沿岸部では 5km メッシュに 1 地点、その他の地域は 10km メッシュに 1 地点、合計 129 地点にボタン型自動記録式温度計を設置して行った。結果の概要は以下のとおり。

- 1 . 今回の観測値はアメダスによる気温測定値及び千葉県が行っている大気汚染常時監視測定局による気温測定値とほぼ同じであり、気温として妥当性のある観測結果である言えた。
- 2 . 気象庁が作成した旧メッシュ気候値は、千葉県ではヒートアイランドが形成される前の平均的気温を表していると考え、気候値と観測値の差について検討した。その結果、気候値 - 観測値が大きい地点は、市原から浦安にかけての東京湾岸及び東葛地域、我孫子市の地域であり、これらの地点はヒートアイランド現象が比較的大きく現れている地点と推測された。また、気候値 - 観測値と熱帯夜日数等との相関係数を求めた結果、熱帯夜日数との相関(0.751)のみ 1%有意となった。
- 3 . 2010 , 2011 年度の観測結果、メッシュ気候値との比較などから、ヒートアイランド現象が顕著な地点として 2010 , 2011 年度で熱帯夜日数が 120 日以上であり、メッシュ気候値との差が 1 以上の地点を選択した。その結果、千葉市から浦安市にかけての東京湾岸地域の 6 地点が該当した。これらの地点は、緑地率が低く、排熱(建物顕熱、自動車顕熱)が多いという特徴が認められた。

キーワード:ヒートアイランド, メッシュ気候値, 排熱量