

(1) 埼玉県南東部における温暖化機構の解析

STUDY ON SUBURBAN HEAT ISLAND INCLUDING EFFECT OF SUMMER MONSOON

藤野 毅*・浅枝 隆**・和気亜紀夫***・藤野愛子**

Takeshi FUJINO*, Takashi ASAEDA**, Akio WAKE*** and Aiko FUJINO**

ABSTRACT; A traditional approach for studying the urban heat island problem is to investigate the characteristics of the local land use. However, the analysis of the recorded air temperature in the summer in the Great Tokyo, included Tokyo and the sub-urban area of Saitama, Chiba and Kanagawa revealed a picture which is different from the characteristics of the local land use. Saitama prefecture, where a vast area of farm land exists is hotter than the center of Tokyo. Analyze recorded air temperature and wind velocity as well as results of a numerical model indicated that summer monsoon transports hot air from the center of Tokyo to Saitama, contributing to the local heating processes and make Saitama the center of the urban heat island in the Greater Tokyo. Thus it was concluded that future planning of cities needs not only investigating the local land use but also the heating characteristics of the surrounding regions and the heat transport by the local wind.

KEY WORDS; Heat Island, Summer monsoon, Sea breeze

1. はじめに

近年、都心の地方分散化に伴い、様々な地域での開発が検討されており、環境の著しい変化が余儀なくされようとしている。こうして開発された都市には、自ずと様々な問題が生ずる。その1つとして、都市域のヒートアイランド現象が挙げられる。またこれは、地球温暖化の影響を受けて、より深刻な問題となることが予想される。このヒートアイランドの原因には、主として人工排熱の増加、地表面の改変による熱環境の変化、温暖化ガスの増大等が考えられているが、これによると、ヒートアイランド現象は開発された地域のみにおいて閉じた形で生じ、その規模は都市域の大きさに匹敵するというに帰着する。ところが、夏場の首都圏の最高気温は、ほとんど都心部よりも埼玉県南地域で記録され、郊外地域の熱環境は都心部のそれよりも深刻になっているのが現状である。

ところで、この季節にはモンスーンと海風によって強い南の風が形成され、郊外地域の温暖化に大きな影響を及ぼすことが予想される。また、この風の強度は、土地利用に大きく左右される現象である。従って、この地域の熱環境を評価するには、こうした土地利用の影響の他に、自然現象として生ずる風の影響も評価する必要がある。このような観点から、本研究は埼玉県南東部に着目して、夏場のこの地域の気候特性を把握し、さらに数値解析によって、この地域の季節風の影響について見積った。

* 埼玉大学大学院理工学研究科

Graduate Student Saitama Univ.

** 埼玉大学工学部建設工学科

Saitama Univ. Civil and Environmental Engineering

*** 清水建設技術研究所

Institute of Simizu Cooperation

2. 都心部と埼玉県南地方の熱環境比較

まず、ヒートアイランド生成の主要な要因となる地表面の被覆によって生ずる自然の熱と、エネルギー消費に伴う人工排熱量の大きさを、都心部と埼玉県南地域で比較してみよう。まず、地表面の被覆による影響の代表例として、アスファルト舗装による大気加熱に及ぼす影響を見積ると、自然熱として生ずる顕熱輸送量は日中最高で 350W/m^2 にも達することがわかる(図-1, 藤野と浅枝, 1992)。さらに、加熱された地表面から出される赤外放射の一部を大気が吸収することによっても大気加熱が生ずる(浅枝ら, 1993)。このように、地表面の被覆が上空の大気の加熱に及ぼす影響は極めて大きいといえる。

地表面の被覆の度合を示す指標として、図-2に、埼玉県南東部の現在の土地利用状況を示す。これより、鉄道や幹線道路沿線では市街地が広がるが、それ以外の市街化調整区域や農村域も多いことがわかる。特に越谷市は、市街化された面積は少なく、周辺は農村域に覆われている。また、首都圏の宅地の土地被覆割合で比べても、都心部では90%が建造物で占められているのに対し、越谷市辺りでは20%程度に留まる(Kimura, 1991)。

次に、都心部と郊外地域の実質宅地面積当りの人工排熱量を比較すると、それらは図-3のようになる。これより、商業地や業務地の多い都心部で 80W/m^2 に達するのに対し、各郊外地域は 20W/m^2 程度に留まることがわかる(古屋, 1993)。以上のことから、都心部と埼玉県南地域では、地域そのもののヒートアイランドの生じやすさで見ると、明かに都心部の方が大きいことがいえる。それではこのことがそのまま反映した形で現れるのかを、実際の気温分布により確かめてみよう。

3. 夏の首都圏の気候特性

図-4, 5は、90年8月に晴天日となった20日間の平均温度、及び平均風向風速の分布を示したものである。これらの気象データは、気象庁が管轄する地域気象観測と、各都県の一般大気環境測定局のデータを用い、等温線はこれらのデータを基に描いている。但し、東京湾の気温は便宜的に与えている。

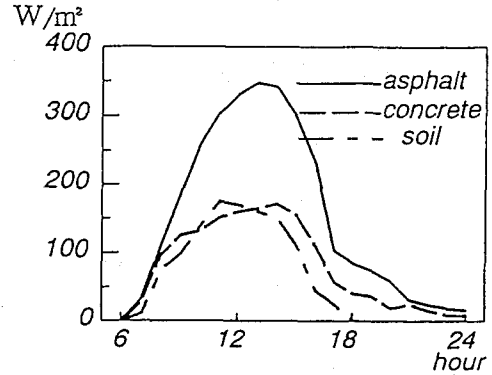


図-1 顕熱輸送量の日変化

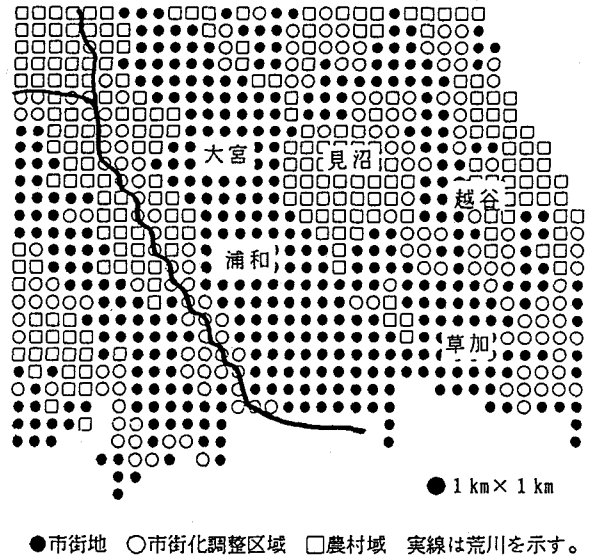


図-2 土地利用分布図(埼玉県南東部)

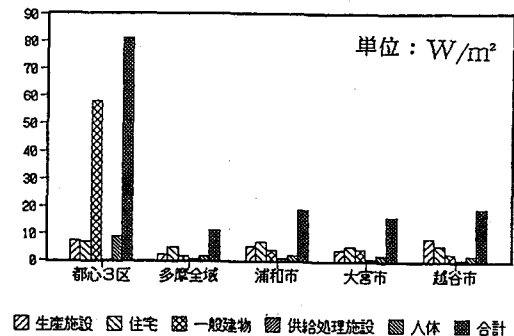


図-3 地域別熱排出指標

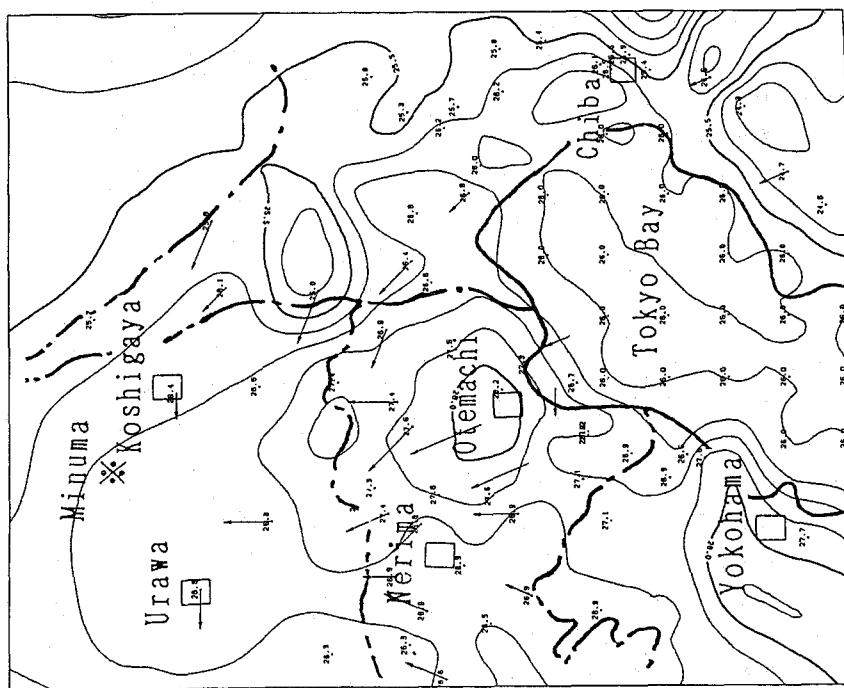


图-4 气温风速分布图(22時)

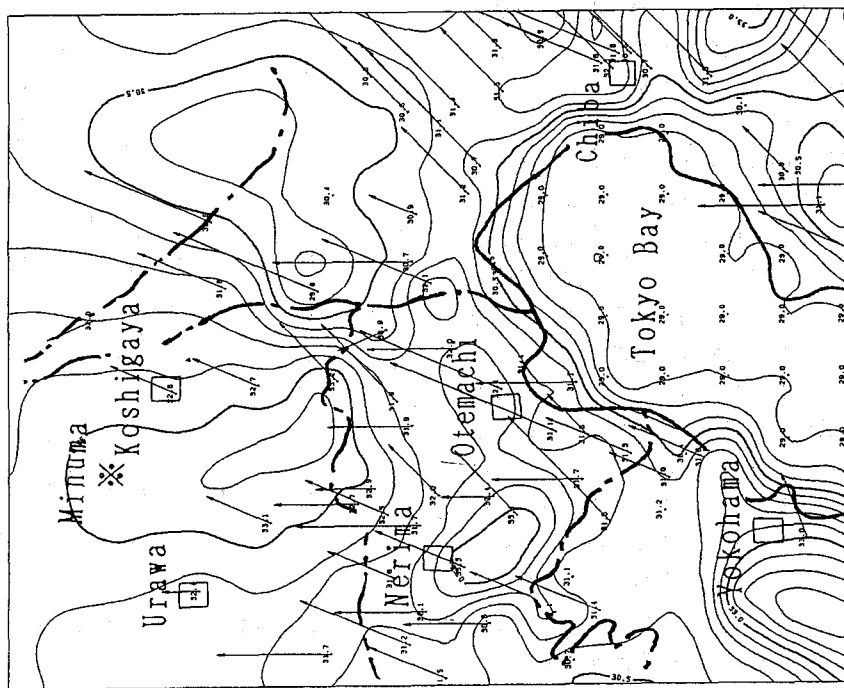


图-5 气温风速分布图(14時)

これらの図は、雨天や曇天の日を除けば、夏場の首都圏の気候特性を表している。まず、夜10時の気温分布を見ると、都心部の気温が最も高く、ここを中心に等温線が閉じていることがわかる。このときの風は弱く、どの場所においても2 m/s 以下である。このように静寂な夜間では、大きな熱源を持った都心部においてヒートアイランドがしばしば形成されることを示している。これは土地利用の特性をそのまま反映した形となっている。次に、昼間の午後2時の気温分布を見ると、高温域は都心部でも確認できるが、練馬や埼玉県南地域は都心部よりもさらに高温となっていることがわかる。この高温域の境界は、ちょうど埼玉県と千葉県との県境に現れていることが確認できる。この時の風は、都心部で6 m/s 程度の強い南の風である。この地方で生ずる風は東京湾からの海風の他に、相模湾からの南からの海風と、鹿島灘からの東からの海風と、南からのモンスーンがあるが、南からのモンスーンの影響が強く、晴天日にはほとんど南からの風が首都圏全体を覆う。これより千葉県側では、東京湾からの海風がそのまま進入するのに対し、埼玉県側では、都心部を通り抜けてきた風が進入する。この風は、加熱される都心部上空の大気を冷却させるが、同時にそこで生じた多量の熱を北に運ぶ。従って、千葉県側では厳しい高温域が発生しないのに対して、埼玉県南東部では、この風により運ばれる熱により高温になることがわかる。次に、この風の強さと埼玉県の高温度の相関を調べた(図-6)。図にプロットしたデータは過去3年間の大手町、越谷共によく晴れた日のみを選んだもので、縦軸は午後2時の風の北向き成分を、横軸はそのときの越谷市と大手町の気温差を表している。これより、南の風が強く吹くときでは、埼玉県南地域が都心部よりも気温が高くなる傾向を示しており、この風が、この地域の気候を決定付ける要因であると考えられる。

これらの図で示されたように、日中は都心部よりも埼玉県南地域の方が高温になり、この地域の温暖化は土地利用だけでは依存しておらず、強い南からの季節風や海風が原動力となってもたらされているものと考えられる。そこで、これまでの観測データから得られた知見を確立するため、数値シミュレーションによって首都圏の温度場の再現を行った。

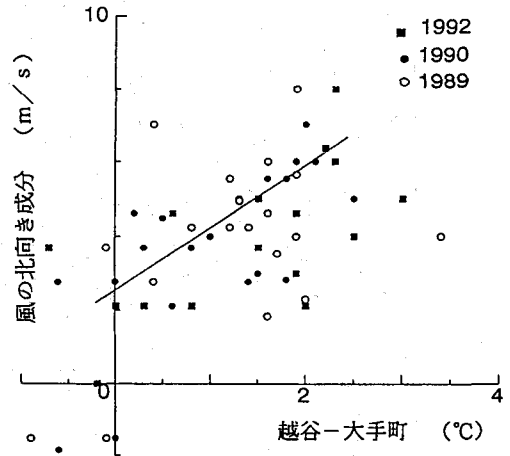


図-6 南風の強さの気温差の相関(14時)

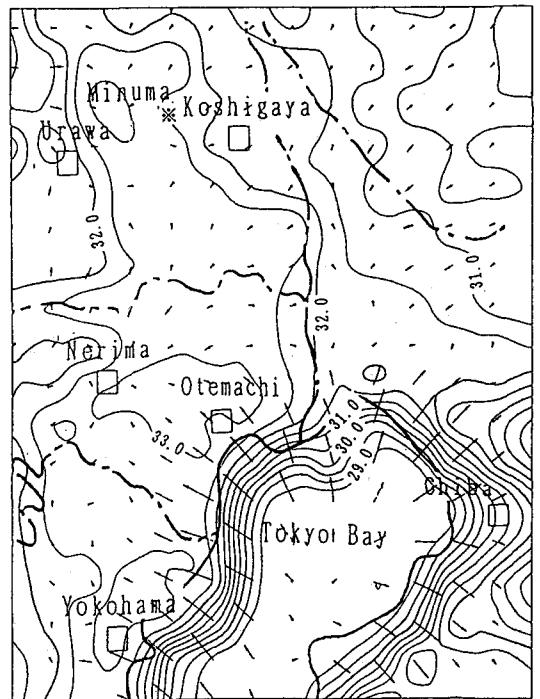


図-7 気温・風速分布(無風, 14時)

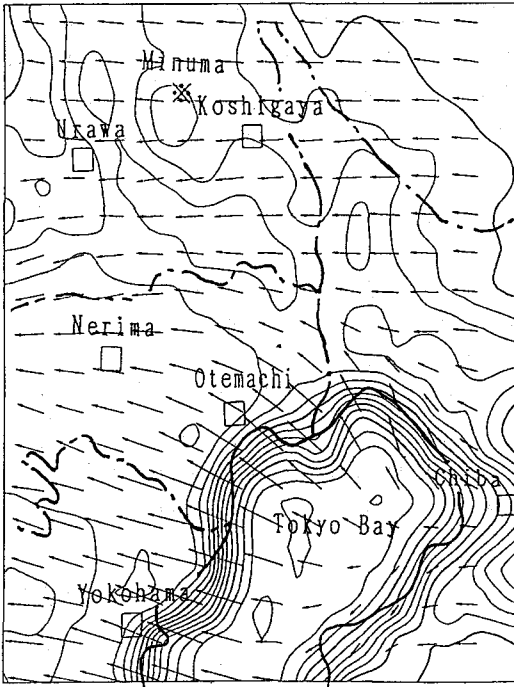


図-8 気温・風速分布(東風 2 m/s, 14時)

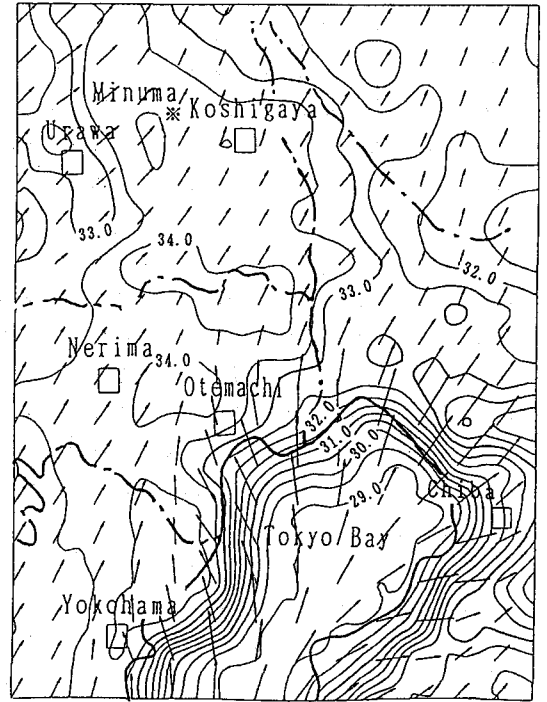


図-9 気温・風速分布(南風 6 m/s, 14時)

4. 数値シミュレーションによる評価

計算に用いた方程式系は2次の乱流クロージャーモデルであり(Mellor and Yamada(1974))、地表面からの熱の供給は、 $2\text{km} \times 2\text{km}$ のメッシュに分けた、土地利用用途毎に熱的特性のパラメーターを与えて計算し、これに人工排熱の効果を加えて算出した。以下、計算結果について述べる。

まず、季節風が無い場合を想定した結果を図-7に示す。この時では、東京湾からの海風が生じ、これが各陸域に吹き出していることがわかる。大手町付近を通過する海風は、練馬の辺りで収束し、この辺りが最も高温となっている。都心の湾に近いところでは、海風の効果によって温暖化が和らげられる。このように海風がここで発生した熱を運んだものと言える。

次に、東の風が卓越した場合について計算を行った。その結果を図-8に示す。この時では高温域は都心から西側に広がっていくことが示された。埼玉県地方は市街化地域は高温になるが、都心部以上にはならず、都心部からの熱の影響を受けないことがわかる。但し、実際には晴天日で東の風が卓越する日はほとんどなく、このような状況にはなりにくい。

最後に、季節風が卓越する場合を想定した計算結果を図-9に示す。これより、高温域は埼玉県南東部に広がり、観測で得られたこの地域の典型的な夏の日の状況を再現している。季節風が無い場合の計算結果と比べてわかるように、風による都心部の熱の、埼玉県地域に及ぼす影響は極めて大きいことがわかる。特に、越谷市は、ちょうど都心上空で吹いている風の風下位置にあたるため熱の移流効果をまともに受けてしまっていることがわかる。

5. おわりに

これまで、都市域のヒートアイランドと言うと、その地域内の温暖化に注意が注がれてきたが、それよりも大きなスケールの要因が絡んでいる場合には、その地域だけでは問題は閉じないことが明らかとなった。今後、埼玉県南地域のような、大都市に近い未開発の地域が過度に開発されると、そこでの熱環境はいっそう深刻になることが予想されよう。本研究はこの地域に限らず、今後こうした熱環境の評価は、人工的な影響についてだけでなく、自然の影響も考慮すべきことを示唆している。

参考文献

- 1) 浅枝隆他：都市域の温暖化における舗装の蓄熱効果，水工学論文集，第35巻，1991.
- 2) 浅枝隆他：舗装面が地表付近の大気の加熱に及ぼす影響，環境システム研究，Vol. 20，1992.
- 3) 浅枝隆・藤野毅：舗装面の熱収支と蓄熱特性について，水文・水資源学会誌，5巻，4号，1992.
- 4) 浅枝隆他：加熱された舗装面上空の大気加熱過程の解析，土木学会論文集，II-23，第467巻，1993.
- 5) 藤野毅他：埼玉県南地方を対象にした郊外型ヒートアイランドの特徴，水工学論文集，第37巻，1993.
- 6) 古屋成：都市域・郊外地域のエネルギー消費による人工排熱に関する研究，埼玉大卒論，1993.
- 7) 北田敏広：土地利用の変化が濃尾平野の気温分布に与えた影響に関する数値解析，環境システム研究，Vol. 20，1992.
- 8) Mellor, G. L. and T. Yamada: A hierarchy of turbulent-closure models for planetary boundary layer J. Atmos. Sci., 31, 1974.
- 9) F. Kimura and S. Takahashi: The Effects of Land-Use and anthropogenic heating on the surface temperature in the Tokyo metropolitan area, Atmos. Envi., Vol. 25B, No. 2, 1991.