

## 都市気候に関する研究の動向\*

—昭和63年度藤原賞受賞記念講演—

河村 武\*\*

## 1. まえがき

このたびは藤原賞を頂き、まことに有難うございます。私が都市気候の研究に手を染めたのは、大学院生のときです。たまたま恩師福井英一郎教授を代表者とする文部省科学研究費による総合研究“都市気候”が行われてそのお手伝いをしました。そのメンバーの諸先生の御厚意で、観測資料を使わせていただき熊谷市のヒートアイランドについて学位論文をまとめました。そのとき、福井先生から、都市温度の成因論をなるべく定量的に考察するようにと言われて、地表面構成物質の熱的性質のちがいによる夜間冷却の差を Brunt の式で見積ったり、地表面からの長波長放射の建物による遮蔽効果が都市気温に及ぼす影響について、今日になってみると、ごく初歩的な考察をいたしました。その後、気象庁に移って暫くは都市気候の研究から遠ざかっておりましたが、1970年代のはじめ頃から、気象庁で大気汚染業務にたずさわるようになり、これに関連して、都市の大気環境の研究を手がけることになりました。このような経過をかえりみると本日藤原賞を頂戴いたしましたのは、福井先生をはじめ大学や気象庁の多くの諸先学や友人の方々の御指導、御鞭撻の贈物と存じます。

このような訳で本日の受賞記念講演には、都市の大気環境の話をするのが当然と思いますが、昨年まとめた書物(河村 1987)の内容と重複する部分が多いので、今回は都市気候研究の動向を展望し、当面する課題を提起することで、これに代えさせていただくことにいたしました。

## 2. 都市気候研究史の時代区分

都市は狭いところに人口が集中し、活発な人間活動が営まれます。その結果、都市では周囲の郊外や田園地域と異なる気候状態が作り出されます。その代表的な現象

第1表 都市気候学の研究年表

1818年	Howard: Climate of London
1927	Schmidt, Pepler: 気温移動観測
1937	Kratzer: Das Stadtklima 初版刊行
1952	Kratzer: Das Stadtklima 改訂版刊行
1954	Duckworth ら: heat island 立体観測
1955-58	都市気候総合研究(代表者 福井英一郎)
1968	WMO 都市気候学と建築気候学シンポジウム (Brussel)
1969	日本気候学会・日本建築学会: 都市・建築と気象シンポジウム
	Myrup: heat island の数値シミュレーション
	Clark: シンシナティにおける urban plume モデル
1970	米国 METROMEX プロジェクト
1971	日本: 人間生存特定研究開始
1972	米国 RAPS プロジェクト
	大後・長尾: 都市気候学刊行
	国連人間環境会議 (Stockholm)
1974-76	南関東大気環境調査
1974	Oke: 都市キャノピー層と都市大気境界層
1977-86	環境科学特別研究
1979	河村編: 都市の大気環境刊行
1981	Landsberg: urban climate 刊行
1984	WMO 熱帯地域の都市気候学技術会議 (Mexico)

がヒートアイランドすなわち都市の高温であることは周知の事実です。このような都市気候が知られたのは19世紀のはじめですが、事実認識の内容には、今日までにかなり大きな時代変遷が見られました。都市気候研究の発展の指標になる事項を拾って簡単な年表を作ってみました(第1表)。

1950年代にわが国でまとめられた二つのレビューペーパーでは、いずれも都市気候学の研究史を3期に時代区

\* Recent trend of the researches on urban climate.

\*\* T. Kawamura, 筑波大学地球科学系。

分しています(吉野 1957, 福井・矢沢 1957)。それによると第1期は19世紀はじめから1920年代まで、第2期は1920年代の終りから1950年代まで、第3期は1950年代以降ということになります。

第1期は Howard (1818) のロンドン、Renou (1855) のパリなどの調査にはじまり、欧米の諸都市を中心に都市の高温現象などの発見に見られるように、都市が周囲の田園地帯と気候が異なることを発見した時期です。第2期は気候要素とくに気温の地上分布の究明が行われた時代で、Schmidt (1927) のウィーン、Pepler (1927) のカールスルーエにおける自動車を用いた移動観測法の導入が契機となって、世界各地の都市で観測が行われました。1950年ごろから測器に電気抵抗温度計が採用され、都市における移動観測が効率よく短時間に行われるようになりました。その結果、同一都市について反復して観測が行われ、都市気候現象と総観場との関係や気温分布と土地利用の関係などが定量的に求められるようになりました。

第3期は、都市気候の観測が三次元的に行われ、ヒートアイランドの立体構造が解明されるとともに、人間活動に伴う気候の改変として注目され、多方面にわたって研究が進められるようになりました。その契機となったのは Duckworth ら (1954) のカリフォルニアの3都市における研究です。この研究はヒートアイランドという用語を初めて用いたばかりでなく、都心部と市外の2地点の気温の鉛直分布を比較してクロス・オーバー現象を発見するなど都市気候の分野の画期的な研究でした。この研究は各国の気候学者に影響を与え、わが国でも、前述の都市気候の総合研究が企画されました。

現在の都市気候の研究の旗頭として衆目の一致する Oke (1982) は、Symons Memorial Lecture “都市ヒートアイランドのエネルギーから見た基礎”の中で次のように述べています。「自然現象の科学的調査は次のような順序で発展する。①現象の発見と記述→②現象の特性と他の要因との統計的な関連づけ→③現象を惹き起こす過程の研究→④現象の振舞を予知する過程反応モデルの構築。都市気候の分野では、都市の影響についての研究は過去150年にわたって①と②の段階の研究が行われ、都市気候の成因の物理過程や物理数値モデルの作成といった③④の段階の研究は1960年代の終り頃からである」。このことは第3期の実質的なスタートは、数少ない例外的な研究を除けば、1968年に Chandler の提唱によって開かれた WMO のシンポジウムであったと言うことがで

きるでしょう。

印刷論文の数もこのような学問の発展の跡を忠実に示しています。第1段階の研究の集大成とも言える Kratzer (1936) の報告書の初版には225編の論文が引用されていますが、戦前の第2段階の部分を含む改訂版 (Kratzer 1952) には553編の研究が盛られ、第2段階の集大成とみなされる Chandler (1970) には1967年までの1800編が収録されています。第3期に属するその後の研究論文の総合報告は Oke によって (1974) 1968—1973年、(1979) 1973—1977、(1982) 1977—1989の3回にわたってまとめられていますが、収録論文の数は、それぞれ、377, 554, 568、と10年余りの期間に、1967年以前の全論文数に匹敵する数が発表されています。

このような膨大な数の論文を引用して展望することは、もちろん不可能です。ここでは都市気候に関する総合報告のレビューペーパーを文末の文献表に挙げ、それ以外の文献はとくに本文に引用したものに限ったことにいたしました。また第2期以前は、吉野 (1957)、河村 (1978) などに報告されているので、それに譲り、それ以後も河村 (1977) や、吉野 (1977)、河村 (1979, 1987) との重複を避けて、当面の課題に結びつくように、最近の研究の動向を述べることにします。

### 3. 第3期の研究の発展

1960年代の後半は先進諸国の戦後経済復興に伴う高度経済成長が頂点に達し、公害問題や人間活動に伴う不注意な気候改変などの環境問題がとり上げられました。大気汚染対策として実施された高煙突の建設は大気境界層の研究を促しました。Boundary Layer Meteorology の国際学術誌が創刊されたのは1969年です。ヒートアイランドの三次元構造を示すモデルとして、今日でも代表的な、都市ブルームのモデルの基礎となったシンシナティの観測も同じ年に発表されています (Clark 1969)。同じころヒートアイランドの数値シミュレーションの嚆矢となった Myrup (1969) の論文が発表され、従来全く考えられていなかった地表面からの水分の蒸発が都市では少ないことが、ヒートアイランドの成因として重要であるという指摘が注目を集めました。

また都市気候の研究の中で、まとまった結論が得られていなかった降水に及ぼす都市の影響の解明に重点をおいた大規模なプロジェクト研究 (METROMEX) が米国で1970年代のはじめに行われました (Changnon 1981)。彼は米国の諸都市の都市化に伴う気候改変につ

第2表 都市化に伴う気候改変 (Changnon, 1974)

要素	年	寒 候 期	暖 候 期
日 射	-22%	-34%	-20%
気 温	+1°C	+2°C	+0.5°C
相 対 湿 度	-6%	-2%	-8%
良 視 程 日 数	-25%	-34%	-17%
霧 日 数	+60%	+100%	+30%
風 速	-25%	-20%	-30%
曇 天 日 数	+8%	+5%	+10%
降 水 量	+14%	+13%	+15%
降 雪 量	±10%	±10%	—
雪 日 数	+16%	+5%	+30%
大気汚染濃度	+1,000%	+2,000%	+500%

いて気候要素別のとりまとめをし(第2表), それまで言われていた微雨日数だけでなく, 降水量, 降雪量・雷雨日数の増加を統計値で明らかにしました(Changnon 1974). また降水量の増加は, 都市域の風下側の市外で著しいことを指摘したことも注目を集めました.

都市気候の諸現象の中で人間活動に影響がもっとも大きいのは大気汚染です. 大都市の都市化の進展と, 都市における汚染物質の排出量の増加によって, 大気汚染の広域化と汚染物質の長距離輸送が重視されるようになりました. METROMEX に続いて RAPS や STATE

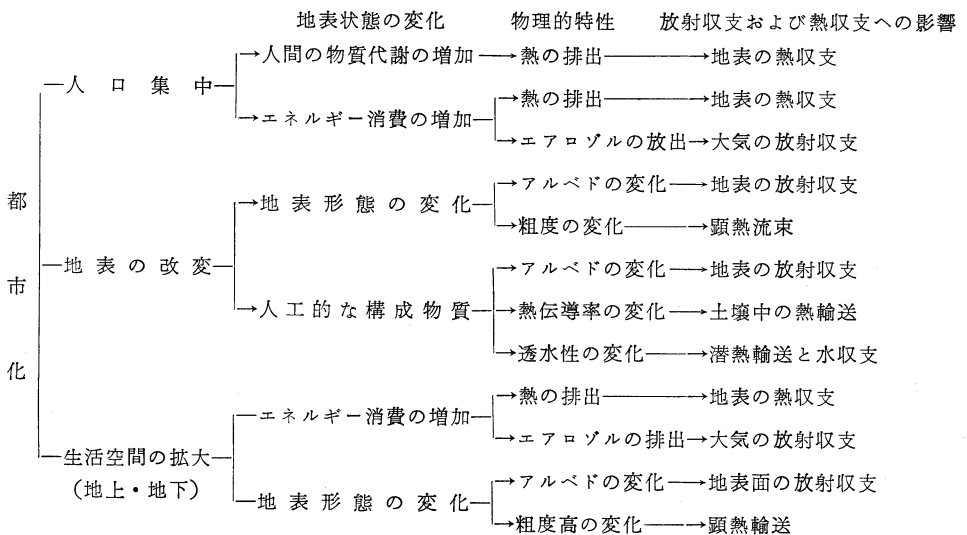
の大規模研究プロジェクトが行われ, 汚染物質大気中での変質過程が詳しく研究されました.

このように1970年代には多方面にわたる都市気候の研究が行われたわけですが, その中でも古くから多くの研究がある都市の高温現象についても, 前章で触れたように研究の発達段階の③④にあたる研究が活発になりました. この研究が遅れた原因の一つは, 関与する要因が複雑なことです. 都市化によって都市域で生じる放射収支・熱収支の変化の過程を整理してまとめた第3表を見ても, このことがうかがえます(山下1986).

また都市の内部構造, 都市機能などの都市による差異など都市自身のちがいのほか, 都市の立地している地形環境によっても, 都市気候は影響を受けます. Goldreich (1984)は, 都市の地形環境が谷間の尾根・高地・斜面・海岸(湖岸)であることによって, 都市気候の受ける影響を論じ, 都市地形気候学(urban topoclimatology)と呼びました. Park (1987)は, 日本国内の諸都市のヒートアイランド強度(都市内外の気温差)を比較した結果, 盆地・内陸平野・海岸の順にヒートアイランド強度が小さくなることを明らかにしております.

以上で第3期の約20年間の都市気候研究の流れの多様な発展の様子を垣間見ることができるとは思います, 次にその中から, 三つの話題を選んで, もう少し詳しくお話をしたいと思います.

第3表 都市化によって惹起される放射収支および熱収支の変化(西沢1977を山下1986改訂)



4. 最近の都市気候研究の三つの話題

4.1 都市キャノピー層と都市境界層

都市気温の成因論は70年代に入って目ざましい進歩をしました。その様子は、すでに私がまとめたこともあります(河村1977b, 1979)ので、ここでは省略させていただきます。またこれと対をなすモデリングについては、Bornstein (1986) の総合報告があり、148編の論文を整理して、その進歩の様子と現状での問題点を極めて要領よく述べているので興味のある方は御参照いただくとよいと思います。

70年代の成因論の発展の上で見逃すことができないものとして、数多くのヒートアイランドの研究に一線を画したのは、都市をおおっている大気層を、屋根面から下の地面との間の層(都市キャノピー層)と屋根面から上の大気層で上空の逆転層(安定層)で上限を限られる層(都市境界層)に分けて取扱うことの重要性の指摘です(Oke 1976)。第1図は、その状態をモデル化したものです。

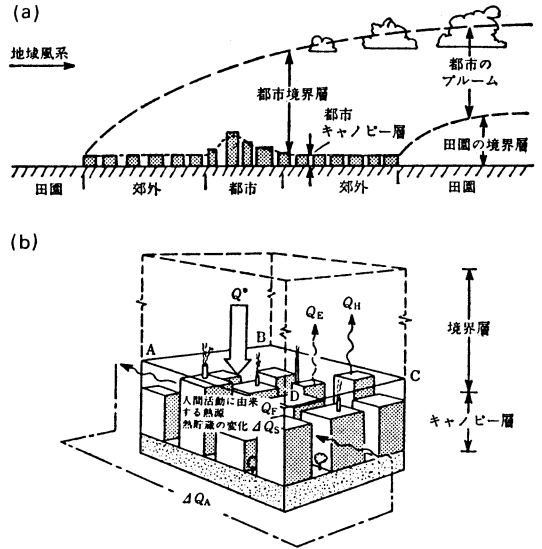
これまでの多くの研究では、ヒートアイランドを地上付近の気温分布図として捉えたものが大部分です。都市内外の気温差(ヒートアイランド強度)は、地上付近では大きいけれども、屋根面から上空では急激に小さくなります(河村 1977 a)。これは屋根面から下の大気層では熱の貯蔵が行なわれていて、屋根面から上の大気層の熱輸送や放射収支とは異なっていることを意味します。これまで屋根面から上空の大気層の詳しい観測を、ビルの谷間の大気層の観測と同時にに行った研究が少なかったことも一因ですが、屋根面を境にして上下の大気層を別にして取扱うことの必要性に気付いて、まともに取扱った研究は、Oke がはじめてです。

都市キャノピー層は、建物の壁面で囲まれたビルの谷間(都市キャニオン)に代表される小空間の集合です。地上から上を見ると建物の間から空がのぞいて見えるわけですが、ビルの屋上から上を見ると一面の天空で、この違いが都市境界層との差異を象徴しています。都市キャノピー層と都市境界層のエネルギー平衡の式

$$*Q + Q_F = Q_H + Q_E + \Delta Q_S + \Delta Q_A$$

の各項の都市の高温への寄与をまとめたのが第4表です。(Q\*: 正味の放射熱流束, Q<sub>F</sub>: 人工熱, Q<sub>H</sub>: 顕熱輸送量, Q<sub>E</sub>: 潜熱輸送量, ΔQ<sub>S</sub>: 熱貯蔵量の変化, ΔQ<sub>A</sub>: 顕熱・潜熱の正味の水平輸送)

都市キャノピー層内では、都市キャニオンの凹凸の影響で短波・長波放射収支が変化する。都市の地表面舗装や



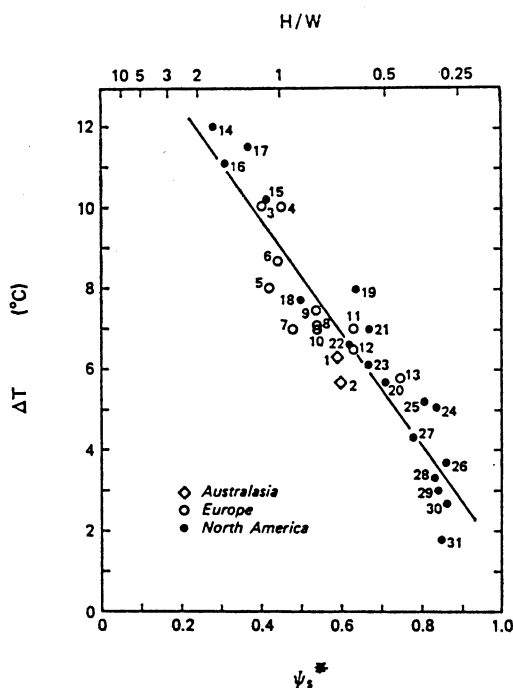
第1図 都市キャノピー層、都市境界層のモデル (Oke 1976による)

建築物の材料の特性で日中の熱が貯えられ、夜間放出される。裸地と植生の減少のため蒸発散の減少が潜熱輸送量を減少させる。風速の減少が顕熱輸送量を減少させる。人工熱の壁面からの供給がある。汚染空気が影響で温室効果が高まる。などの原因で高温になります。これに対し都市境界層内では、キャノピー層からの暖気の流入、煙突や屋根からの人工熱の流入、ヒートアイランド上部の安定層からの顕熱の下向き輸送、汚染大気の温室効果のために高温がもたらされるといった相違があります。

都市キャノピー層内のエネルギー収支については、比較的観測が容易なので、わが国でも諸外国でもかなりの数の実証的な研究が行われております。ヒートアイランドの形成要因の指標として、天空率 (skyview factor) ・非透水性面積率・粗度・建物の高さ・土壌水分などを計測し、気温やヒートアイランド強度と関係づける試みもなされています(福岡1983, 山下1986, Oke 1982など)。第2図はその一例で、世界各地(温帯)の都市について、キャノピー層内における真夏の静夜に観測されたヒートアイランド強度の最大値と天空率との関係を表わしている。真夏の静夜をとった理由は人工熱や移流の影響を無視できると考えたからです。天空率は都心部の都市キャニオンの地面上から上空を見上げたときに視界に占める空の面積の割合を示しています。この図では天空率が小さいほどヒートアイランド強度が大きいことが明らかで

第4表 都市のヒートアイランドの原因 (Oke 1976)

都市の高温をひき起こすエネルギー平衡を変える項	エネルギー平衡の変化のもとになる都市化の特徴
<p><b>A. キャノピー層</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>短波放射の吸収量の増加</li> <li>空からの長波放射の増加</li> <li>長波放射損失の減少</li> <li>人工熱源</li> <li>顕熱貯蔵の増加</li> <li>蒸発散量の減少</li> <li>乱流熱輸送の減少</li> </ol>	<p>キャニオンの幾何学的形状—表面積の増加と多重反射                  大気汚染—吸収と再放出の増加                  キャニオンの幾何学的形状—天空率の減少                  建物と輸送交通機関の熱放出                  都市の構成材料による熱アドミタンスの増加                  都市の構成材料による防水作用                  キャニオンの幾何学的形状—風速の減少</p>
<p><b>B. 境界層</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>短波放射の吸収の増加</li> <li>人工熱源</li> <li>下層からの顕熱の流入の増加</li> <li>上空からの下向き顕熱貫入量の増加</li> </ol>	<p>大気汚染—エアロゾル吸収の増加                  煙突からの熱損失                  キャノピー層や屋根からの熱流束の増加                  ヒートアイランド粗度—対流貫入の増加</p>



第2図 諸都市のヒートアイランド強度の最大値と都心の天空率 ( $\psi_s$ ) との関係 (Oke 1982)

す。

4.2 異なる地域の都市気候

20世紀後半は都市化の時代と言われ、都市への人口集

中が著しく、その結果、わが国でも戦後の高度経済成長に伴って大都市や地方の中核都市の急激な人口増加と市街地の拡大が起こり、反面、農山村の人口減少が過疎の問題を惹き起したことは周知のとおりです。都市化の進行は先進諸国より少し遅れて開発途上国でも起りました。開発途上国は人口増加が先進国よりも激しいのですが、都市化はこれにも増して急激です。第5表の人口100万以上および1000万以上の巨大都市の数の年代を追った増加傾向は驚くばかりです。ところがこれらの開発途上国の多くが熱帯にあります。前述のように多数の都市気候に関する研究論文があるにもかかわらず、そのほとんどが亜熱帯から温帯地方にある先進国に関するもので第5表に見られるように熱帯の都市についての研究は極めて少数です。(Jauregui 1986)。

都市気候の成因の物理的な機構は気候帯が異なっても共通点が多いと思われます。その境界条件が違います。緯度帯が異なれば太陽高度や昼夜の時間が違ふし、気候帯が異なれば、日射・日照をはじめとするさまざまな気候要素の値が異なり、気温の高低、湿潤・乾燥の状態が違います。また都市の構造やそこで営まれる人間活動の状態が異なります。たとえば熱帯のほとんどの大都市は、かなりの面積をスラムが占めていることはその一例です。人工熱の発生量は亜寒帯や温帯の都市と比べるとはるかに少ないでしょう。家屋の材質や構造も先進国とは異なる場合が少なくありません。居住環境も異なります。

第5表(a) 人口100万人以上の熱帯都市数

地 域	1940	1960	1970	1985
熱帯ラテンアメリカ	3	12	16	24
熱帯アフリカ	1	6	7	13
南アジア (インド, パキスタン)	2	10	} 29	20
東南アジア	0	9		
合 計	6	37	52	68

第5表(b) 人口1,000万以上の巨大都市数

地 域	1950	1980	2000
世 界	2	10	25
先 進 国	2	4	5
開発途上国	0	6	20
世界最大の都市の概略 の人口	10	20	30

第5表(c) 1968年—1980年間の都市気候に関する論文の数の比較 (Jauregui 1986)

木 間	低緯度の都市	中緯度の都市	比率(%)
1968—73	8	368	2
1974—76	5	475	1
1977—80	13	554	2

そのようなわけで熱帯の都市気候の研究が焦眉の急となってきました。1984年末に Mexico City で開かれた国際会議は、1968年の Brussel で開かれた会議と同様に、今後の都市気候研究の一つの節目になるものと思われれます (WMO, 1986)。

都市化が進むと都市気候が変化し強まることは充分考えられることです。過去の実況に基いた都市気候の変化については、吉野 (1977) の総合報告にまとめられています。将来予測は必ずしも容易ではありませんが、都市の規模の尺度として人口数をとり、都市内外の最大気温差との関係を求めた第3図は、一つの手がかりを与えてくれます。ここでいう最大気温差とは、気候学者が年間数回ないし数十回観測した都市内外の気温差の最大値を指します。図中に引いた傾向線の実線と長破線は北米と西欧について (Oke による)、鎖線は日本について (福岡による)、短破線は韓国について (Park による)、求めたものです。

この図から、北米諸都市の場合、人口増加に伴う都市温度の増加が大きい、西欧はそれに比べてややゆるやかであること、日本と韓国は人口30万付近を境にして、人口増に対する都市温度の増加傾向が異なり、日本の場合、中都市から大都市では、北米諸都市よりも大きいことがわかります。この原因は現在推測の域を出ませんが、福岡はそれぞれの地域における都市構造・都市活動・気候帯のちがいを挙げています。Park は人口30万付近で傾向線が折れることについて、都心部の高層建築や中心業務地区 (CBD) の分化の有無などにみられる都市構造の小都市と大・中都市との間の差異が反映していると考えています。

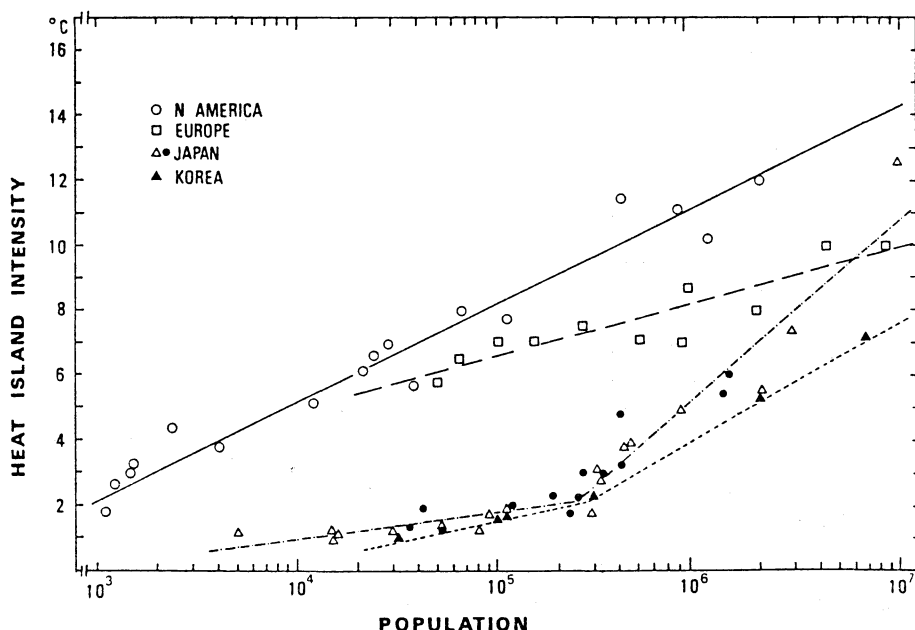
このような点からも、地理的条件の異なる熱帯都市はもちろんのこと、寒帯や乾燥地域など、これまで研究の少ない地域の都市気候の研究を推進することが必要です。

#### 4.3 都市の大気環境の研究

前述のとおり都市気候の中でもっとも甚しく人間生活に影響するのは大気汚染です。戦後、都市の大気汚染は、公害の代表的なものの一つとして、とくに先進国では集中的に研究が行われ、実態の把握・発生の機構・対策等にわたって、かなりの部分の研究課題は解決されたとも言えるかもしれません。大気汚染の研究の主要な目標は、広域汚染やリージョナルやグローバルスケールの汚染に移っているとも言えるでしょう (河村1987)。

これとは別に、都市生活の快適性 (amenity) の研究が大気環境の主要な部分を占めるようになりました。とくに居住環境としての都市気候の研究は近年の都市気候の研究の大きな柱として、国外で早くから注目され、推進されてきました。1968年に Chandler の呼びかけで都市気候学と建築気候学の国際会議が Brussel で開かれたのが、その最初で、1984年に Oke が中心になって Mexico City で開かれた都市気候学の熱帯地域への応用の国際会議もこの系譜にあるものです。わが国でも近年、建築学や都市計画などを専門とする研究者が本学会に入会したり、都市気候の本格的な研究に取り組むことが珍しくなくなりました。このように気象学では応用分野ですが、大気環境としての都市気候研究も将来発展させなければならない課題です。

この視点でみると、たとえばヒートアイランドと関連した例として、大都市の夏の熱帯夜の増加が挙げられます。都市内外の気温差は、一般に冬に大きく、夏は小さいのです。東京はこの差がとくに大きいことで知られて



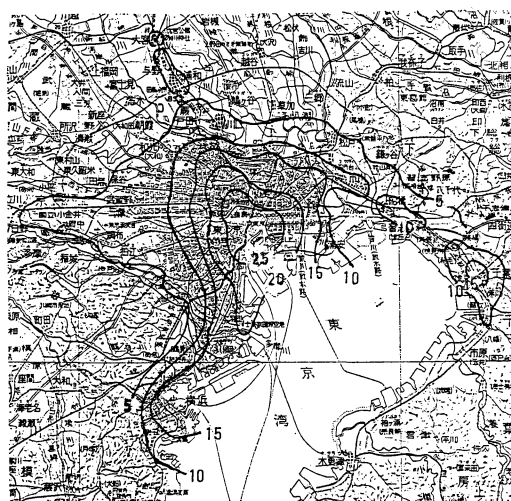
第3図 都市の人口とヒートアイランド強度の最大値との関係 (Park 1986)

いますが、日最低気温の月平均値で見ると、夏は2°C程度です。しかし温度差が小さい割には都市内に住む人は、郊外に住む人と比べて夏は暑くて住みにくいと言われています。この原因は風の弱いこと、コンクリートの壁面や道路の高温の影響が夜間まで持続することなどが考えられますが、その他に夏の夜の気温が市外では25°C以下に下るのに、市街地では25°Cを上廻る日が多く、寝苦しく感じるという訳です。第4図は1985年8月の東京付近の熱帯夜の日数の分布図です。1950年代の前半には8月の熱帯夜の日数は都心でも5日以下でしたが、その後次第に増加し、都心では25日を越えています。しかし市外では依然として5日未満で変わっていません。

5. 都市気候の研究の当面する課題

最後に都市気候の研究の当面する課題を思いつくまに列挙して結びといたします。

- ① 都市境界層の解明 (とくに観測)
- ② 都市キャノピー層内の水分輸送
- ③ 都市キャノピー層と都市境界層のモデルの結合
- ④ 都市気候と地形条件
- ⑤ 都市の環境問題: 居住への応用・開発途上国の都市の大気汚染



第4図 東京およびその周辺地域における1985年8月の熱帯夜の日数の分布

- ⑥ 熱帯や乾燥地域など異なる気候地域の都市気候
- ⑦ 都市の周辺地域の気候への影響

時間(紙面)の制約のため舌足らずの話になったことを御容赦いただきますよう。また引用文献も極度に切り

つめ、総会報告を中心にしたことをお詫びいたします。  
(追記) 本年11月5日~11日 京都国際会議場で、都市気候・計画・建築の国際会議が、当学会も共催団体の一つとなって開かれます。

### 文 献

- 大後美保・長尾隆, 1972: 都市気候学. 朝倉書店 214 pp.
- 福岡義隆, 1983: 都市気候の成因に関する物理気候学的考察. 広島大学総合科学部紀要 IV. **8**, 157-178.
- 福井英一郎・矢沢大二, 1957: 最近における都市気候研究の展望. 地理学評論 **30**, 36-54.
- 原田 朗, 1982: 大気汚染と気候の変化. 東京堂出版, 223 pp.
- 河村 武, 1964: 熊谷市における気温分布の解析. 地理学評論, **37**, 243-254.
- , 1964: 熊谷市の都市温度の成因に関する二, 三の考察. 地理学評論, **37**, 560-565.
- , 1968: 都市気候——とくに heat island に関する研究を中心として——気象研究ノート (98), 142-157.
- , 1972: 日本の都市における大気汚染, 地理学評論, **45**, 231-245.
- , 1977 a: 都市気候の分布の実態, 気象研究ノート (133), 26-47.
- , 1977 b: 都市気候の成因とモデリング, 気象研究ノート (133), 48-60.
- 編, 1979: 都市の大気環境, 東大出版会, 185 p.
- 河村 武, 1987: 大気環境論. 朝倉書店, 142 pp.
- 日本気象学会, 1974: 都市・建築と気象——シンポジウム (1969, 1972, 1973) から——気象研究ノート (119) 278 pp.
- 西沢利栄, 1973: 都市気候——特に Heat Island について, 科学, **43**(8) 487-494.
- 関口 武, 1970: 都市気候. 天気, **17**, 89-96.
- 山下脩二, 1986: 日本におけるヒートアイランドの特徴とその形成要因について, 日本生気象学会誌, **23**, 11-18.
- 吉野正敏, 1957: 都市気候小史(I)(II) 天気, **4**, 21-28, 51-55.
- , 1977: 日本および外国の諸都市における気候の変化. 気象研究ノート, (133) 179-203.
- Bach, W., 1970: An urban circulation model. Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. B. **18**, 155-168.
- Bornstein, R.D., 1986: Urban climate models: nature limitations and applications. WMO-No. 632. urban climatology and its application with special regard to tropical area. 237-276.
- Chandler, T.J., 1970: Selected bibliography on urban climate. WMO. No. 276-TP 155. 383 pp.
- Changnon, S.A. Jr., 1974: Inadvertent weather and precipitation modification by urbanization. Proc. 4th Conf. weather modification AMS. 347-352.
- , 1981: A review and summary METROMEX. Meteor. Monogr. (40) 181 pp.
- Clark, J.F., 1969: Nocturnal urban boundary layer over Cincinnati Ohio. Mon. Wea. Rev. **97**, 582-589.
- Duckworth, F.S. and J.S. Sandberg, 1954: The effect of cities upon horizontal and vertical temperature gradients. B.A.M.S. **35**, 198-207.
- Fukuoka, Y. and S. Yamashita, 1970: Air pollution in Japanese cities. A Geogr. Special Pub. No.2 227-235.
- Goldreich, Y., 1984: Urban topoclimatology. Progress in Phys. Geogr. **8**, 336-364.
- Howard, L., 1818: The climate of London. vol. 1.
- Jauregui, E., 1986: Tropical urban climate. WM O-No. 632 ibid 26-45.
- Kratzer, P.A., 1937: Das Stadtklima. Friedr. Vieweg u. Sohn. 134 pp.
- , 1956: Das Stadtklima. 2nd ed. Vieweg u. Sohn. 184 pp.
- Kawamura, T., 1966: Urban climatology in Japan. Japanese Geography. 61-65.
- , 1985: Urban climate from the viewpoint of atmospheric environment. Int. Jour. Biometeor. **29**, 138-147.
- , 1985: Recent change of atmospheric environment in Tokyo and its surrounding area. Geogr. Rev. Japan. **58**. Ser. B. No. 1, 83-94.
- , 1986: Air quality in tropical cities. WMO-No. 632. ibid. 46-62.
- Lee, D.O., 1984: Urban climates. Progress in Phys. Geogr. **8**, 1-31.
- Landsberg, H.E., 1970: Meteorological observation in urban areas. Meteor. Monogr. **33**, 91-99.
- , 1981: The urban climate. Academic Press 269 pp.
- Myrup, L.O., 1969: A numerical model of the urban heat island. J. appl. Met., **8**, 908-918.
- Oke, T.R., 1976: the significance of the atmosphere in planning human settlements in ecological land classification in urban area. Ecol. Land CLASSIL. **3**, 34-41.
- , 1978: Boundary layer climates. Methuen. 372 pp. (1987: 2nd. ed. 435 pp. 齊藤直輔・新田尚訳: 境界層の気候・朝倉書店)
- , 1982 a: The energetic basis of the urban heat island. Q. J.R.M.S. **108**, 1-24.
- , 1982 b: Bibliography of urban climate, 1977-1980, WCP-45, WMO.
- , 1986: Urban climatology and tropical



- city. WMO. -No. 632. 1-25.
- , 1974: Review of urban climatology 1968-73. WMO Techn. Note. 134 (132)
- , 1979: Review of urban climatology 1974-76. WMO Techn. Note. 169 (100 p)
- Peppler, A., 1929: Das Auto als Hilfsmittel der Meteorologischenforschung. Z. f. Angew. Met. 46: 305.
- Peterson, J.T. 1969: The climate of cities; A survey of recent literature. US Dept. Health. Education and Welfare. 48 pp.
- Park, H.S., 1986: Features of heat island in Seoul and its surrounding cities. Atmos Environ. 20, 1859-1866.
- Schmidt, W., 1927: Die Verteilung der Minimumtemperaturen der Frostnacht des 12. 5. 1927 in Gemeindegebiet von Wien. Fortschr. Landwirtschaft. 2, 681-688.
- WMO 1986: Urban climatology and its applications with special regard to tropical areas. (Proceedings of the Technical Conference held at Mexico D.F., 26-30 November 1984) WMO-No. 652. 534 pp.
- Yamashita, S., 1988: Some studies of heat island in Japan-with special emphasis of the climatological aspects. Geogr. Rev. Japan. 61. Ser. B. No. 1. 1-13.

## 新用語解説について

天気編集委員会では、「天気」をより親しみやすく読みやすいものにしていくために、様々な企画を行っていますが、その1つとして、「用語解説」を復活させることになりました。天気の「用語解説(新語解説)」は、1971年から1976年まで6年間にのべ67回(用語数は128)にわたって掲載され、その時々トピックに関係した用語や、基本的な用語をわかりやすく解説したものと好評でしたが、言葉の選択(新語の種切れ)などの問題で終了していたものです。

その後、10年以上を経過し、気象の様々な分野で新しい言葉が誕生し、また、ますます多くの略語が使われるようになっていきます。しかも、気象の分野の多様化・専門化も激しく、少し疎遠な分野の言葉には見当もつかない言葉があると思います。そのような用語、また、基本的な言葉でも重要なわかりにくいもの、誤って使われやすいものなどを、専門以外の人にもそのイメージ(重要性)がつかめるように分かりやすく解説してもらおうという趣旨で行っていきたいと思います。

掲載は、今月号から、毎月1つ、なるべく説明のための図をつけていただいて1ページの子定ですが、新用語の言葉だけの解説の場合などは、半ページからとしたい

と思います。上部のタイトルの分を除いて25字×37行=925字が半ページ、1850字が1ページです。

編集委員会でも対象用語を選択中ですが、読者の皆さんからも、(1) 解説して貰いたい希望の用語、および、(2) 自分が使っていて宣伝したい用語の解説原稿、をお寄せいただけたら、と思います。図の分を差し引いて字数を決めて下さい。

なお、1971年から1976年までの「用語解説・新語解説」で取り扱われた用語は、気象学会100周年記念「天気」特別号(1982年)4月号の索引に載っています。いろいろな略号については、「国際学術団体について」(1972年1月用語解説)や、「気象学・海洋物理学研究者のための略語集」(1975年10月)がありますので、どうぞご利用ください。

用語解説希望用語、用語解説原稿のあて先は、

① 天気編集委員会

もしくは、担当編集委員の

② 〒164 東京都中野区南台 1-15-1

東京大学海洋研究所 中村晃三

です。読者のみなさんのご協力をお願いします。