

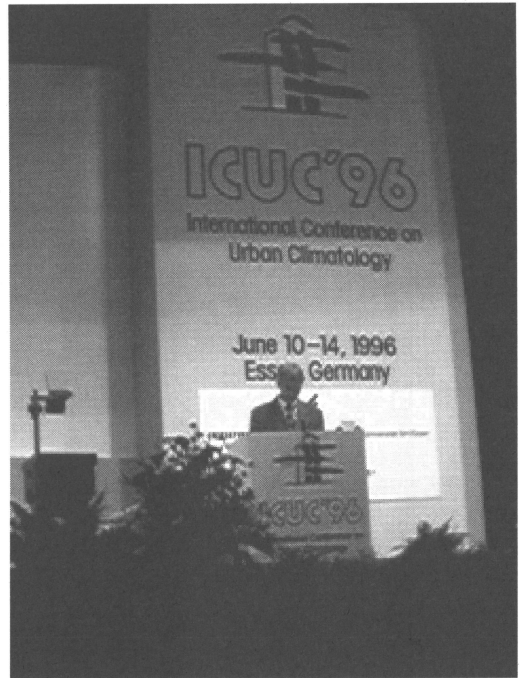
都市気候学に関する国際会議 (ICUC'96) に参加して*

一ノ瀬 俊 明**

さる1996年6月10日～14日、ドイツ連邦共和国・エッセン (Essen) 市において ICUC'96 (International Conference on Urban Climatology) が開催された(第1図)。エッセンはドイツ西部のノルドライン・ヴェストファーレン州に属し、オランダ国境からは数十キロの位置にある。日本の地理の教科書にはルール工業地帯の中核都市として登場するが、大気汚染等かつては深刻な環境汚染に悩まされたこの都市も、現在では脱工業化に成功し、近代的な環境共生都市、観光・文化都市として再生している。街を歩いてまず気がつくことは、緑が実に豊富なことであろう。また、オフィス街の一角に設けられた緑地(草地)には野うさぎの家族が棲みつき、草を喰んでいる。日本でかかる景観を形成しようと思えば、まず野良猫の駆除を徹底することが必要であろうか？

さて、ICUC'96は都市気候に関する国際集會であり、3年～4年に1度開催されている。前回(1993年)は熱帯の都市をテーマにダッカで、前々回(1989年)は京都で行われている。今回の事務局は、Wilhelm Kuttler 教授を始めとするエッセン大学生態学研究所 (Institute of Ecology) のスタッフである。会場となった Saalbau Essen はドイツでも有名な国際会議場である。ドイツにおける都市気候・小気候研究の歴史は古く、伝統と蓄積が都市計画・景観形成に生かされている。そんな都市の典型であるエッセンで本国際集會が開催されたのは非常に象徴的なことと言えよう。

セッションの構成及び発表件数(プログラム掲載数)は次のとおりである。1) ヒートアイランド (23件)、2) 都市の風 (18件)、3) 大気汚染・臭気 (37件)、



第1図 Kuttler 教授 (エッセン大学) による開会挨拶。

4) 生気象 (11件)、5) 緑地と水面の効果 (9件)、6) 都市計画への応用 (13件)、7) 都市気候モデル (26件)、8) 地球温暖化との関わり (5件)、9) その他 (36件)。大気汚染・臭気が多かったのは観測業務報告等も混じっていたためであろう。

全体では43か国より200人以上の参加があったが、日本の寄与はほぼ10%であった。都市気候学は建築学、地理学、土木工学、気象学、造園学等にまたがる学際的な学問分野であるが、日本からの参加者をみると、建築学15名、地理学2名、気象学1名、土木工学2名(小生を含む)となっていた。国内におけるここ数年の都市気候学に対する貢献の度合いに比例しているように感じられたのは小生だけではあるまい。欧米からは

* Report on International Conference on Urban Climatology, Essen, Germany, 10-14 June, 1996.

** Toshiaki Ichinose, 国立環境研究所地球環境研究センター。

生態学や気象学・地理学の人々が多く出てきており、学問分野の範疇の国際的な多様性が伺われた。例えば同じ「建築学」という言葉でも、日本と欧米とではカバーする範囲が異なっているようである。いずれにせよ、日本においては建築学以外の分野でももっと都市気候の研究が盛んに行われるべきだと思われる。ICUC'96のセッション構成をみても、建築学の分野だけではカバーしきれないことは明白であろう。

また、女性研究者による発表の多さ(全発表の1/4位)が印象的であった。初日のセッションの冒頭2件も女性研究者による発表であり、この分野での女性の活躍を象徴するかのようであった。とりわけ発展途上国からの参加者には女性が多かった。1/4位というのは国際集會では当たり前なのだろうか。小生は国内の女性都市気候研究者を数えるほどしか知らない。

開會前日のレセプションにつき、大会初日の晩には Official Banquet が行われた。会場には10前後の円卓が並び、そのそれぞれに“convection”, “evaporation”等都市気候ならではのテクニカルタームにちなんだ名前がつけられており、主催者のセンスに感銘を受けた。小生は“humidity”に座った。もしこれが都市気候の集會ではなく、衛生工学のそれであったらどうだったろう。“sludge”なんて、きっと食欲をなくすに違いない。帰国後に大学の恩師(衛生工学)とそんな冗談を交わした。大会2日目にはとなり町でオペラ観劇(レ・ミゼラブル)のオプションツアーが行われた。日本からの参加者の何人かは、「ドイツ語と西洋近代史のいい復習の機会だった。」と口をそろえた。23時終了、24時ホテル着というのにはいささか閉口したが、芸術を尊ぶ国?ドイツではこんなライフスタイルもありなのだろう。

以下、興味深い発表についていくつか紹介してみたい。

初日には、基調講演として都市気候学の世界的権威である T. R. Oke (カナダ・British Columbia 大学) から最近の都市気候研究の成果に関するレビューがなされた。Yoshikado (資源環境技術総合研究所・吉門洋博士), Uno (国立環境研究所・鶴野伊津志室長), Sakaida (東北大学・境田清隆教授), Omoto (元大阪府立大学教授・小元敬男博士) 等、日本人研究者による最近の成果(まだ英語になっていない)もきちんと紹介されており、同氏の情報収集力のすごさをかいま見た。聞けば Oke 氏の研究室には日本語の読めるスタッフがおり、「日本語の論文でもいいから、どんどん

送ってほしい。」ということであった。とりわけ彼が強調していたのは、「都市の表面温度」を定義するための高さをどのくらいに見積もるべきか?という問題であった。都市の表面形状は複雑であり、建物壁面の方位や建物同士の配置、それらに付随して決まる日影、あるいは都市の表面を構成する素材などにより、一口に「都市の表面温度」といっても実に多様である。都市気候の数値計算を行う上ではこの与え方が問題であり、リモートセンシングで得られる「都市の表面温度」と実際の建物の壁面温度との相違や、それらの値を数値モデルの中ではどの高さに与えるべきか、といったことが現在ホットな話題となっている。

1) ヒートアイランド

近年における Urban-Suburb-Rural の気温の関係について、Camilloni and Barros (アルゼンチン) ほか数件の発表がなされた。「Suburb や Rural の温暖化に伴うヒートアイランド強度の減少」が紹介されていたが、これは従来郊外の代表地点として用いられていた観測地点の周辺の都市化により、都心との気温差が小さくなったという意味であって、都市活動の大気への影響が小さくなったということではない。

Eliasson and Holmer (スウェーデン) は、市街地と郊外の水蒸気圧差のヒートアイランドに対する寄与に言及した。都市の湿度が高いのはヒートアイランドで気温が高いためか?、それとも水蒸気の放射強制力のために都市の気温が高くなっているのか?、という問題提起がなされた。

Voogt and Oke (カナダ) は、建物壁面温度の地上移動観測と屋上面温度の航空機観測の結果を比較し、両者の間には正午前後に最大差が出現することを明らかにした。「鳥の目」で観測される「都市の表面温度」と「蟻の目」で観測されるそれがどの程度食い違うものなのかを定量的に示した研究である。

Oke and Runnalls (カナダ) は、日没~日の出、日の出~日没といった時間を正規化することにより、季節・緯度の違いに関わらずヒートアイランド強度の最大値及び最小値の出現時は一定となり、ヒートアイランド強度の日変化を雲量と風のみで説明しようという、斬新なアイデアを発表した。こうした成果が都市の熱環境の改善に役立つまでには多少距離があるものの、現象を理解する上では有益な試みであると思われる。

Unger and Csikasz (ハンガリー) は、ヒートアイランド強度を気温、水蒸気圧、雲量、風速で説明する

重回帰式を時刻毎に示したが、このようなやや古典的な解析もしっかりやってみるとどんな因子がヒートアイランドに寄与しているのか明示できて面白い。

5) 緑地と水面の効果

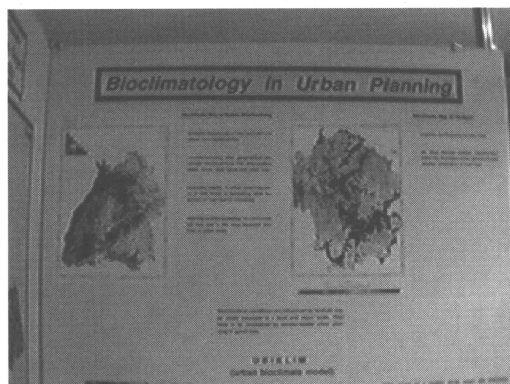
Spronken-Smith (ニュージーランド) は、緑地の都市冷却効果についてレビューを行ったほか、自作の簡易卓上クールアイランド実験装置を用いて行ったクールアイランドの室内実験について紹介した。この装置は、約 80 cm 四方の厚い木板の上に植生を型どった素材 (材質不明) を配置したいわば箱庭のようなものである。誰にも作成出来そうな簡単な装置であったが、会場にいる風洞実験の専門家達からは「そんなことで相似則は成り立つのか？」などと厳しい指摘が飛んでいた。

Oke *et al.* (カナダ) は、1992年夏の渇水時にバンクーバーで庭の灌漑が禁止されたのを契機に潜熱フラックスの観測を行い、灌漑と潜熱フラックスとの関係を明示した。水利用が平時の1/10になったのに対して、ポーン比は3倍になったという結果が紹介された。普段から観測態勢を整えておくことにより、このようなめったにない「チャンス」をとらえて貴重なデータを収集することができるということの好例である。

Eriksson and Eliasson (スウェーデン) は、緑地の都市熱環境緩和効果について実測を行い、500 m スケールの公園が周辺 1,100 m 程度を冷却し、かつ自動車交通起源の物質で汚染された大気を浄化している事実を示した。しかしながら東京のような場所をよく知る我々日本人の目には、人口70万のイエテボリなどまったく問題が起きていないかのように映ってしまう。

6) 都市計画への応用

Welsch (ドイツ) は、ベルリン市の発行している環境アトラスについて紹介した。近年ドイツでは、気候をはじめ様々な環境主題図を各都市が競って作成しており、これを都市計画・環境計画に役立てている。これらの環境主題図は見た目にも美しく、会場で配布されていたものを我々も持ち帰った (第2図)。気候図 (Klima Karte) には観測結果、あるいは周囲の土地利用及び地形からこのような風が吹くであろうという想像のもとに卓越風向や夜間の冷気流の風向が示されているほか、これらの「気候資源」を保全するために建築行為や林地の伐採行為を制限すべき地域が色分けされている。日本でも Stuttgart の「風の道」の話は有名であるが、天然の環境緩和効果 (都市の冷却・大気浄



第2図 ドイツ気象サービス (DWD) による気候図 (Klima Karte) の例。

化) を持つこの冷気流を妨げないように、都市計画や建築計画には最大限の注意が払われている。日本でもこのような気候図を作成し、天然の環境緩和効果を考慮した都市計画を行ってみてはどうだろうか。ベルリン市の環境アトラス (UISonline) は WWW で公開 (<http://www.icf.de/UISonline>) されている。

7) 都市気候モデル

Bornstein (米国) による基調講演では、大気のスケーリングの手順について述べられた。observation → pattern analysis → physics → initial condition and verification → equation → result → physics という流れはお馴染みのものであるが、最近ではこの後に network design という段階がくるらしい。また彼はモデリングにおける soil moisture の取り扱いの重要性を強調していたが、これは GCM においてもトピックになっている。

Sievers (ドイツ) は、ドイツ気象サービス (DWD: Deutscher Wetterdienst) による大気環境アセスメント事業について紹介した。日本で言えば日本気象協会に当たる組織であろうか。数 km スケールの街区を数十mの水平グリッドに分割し、ビルの建設や大規模な盛土を伴う造成工事が地上風系に与える影響について、MUKLIMO-3 (Micro-scale Urban CLimate MOdel) という3次元の都市大気モデルを駆使して数値計算を行い、これを予測するサービスを行っている。気象学者がここまで都市計画に貢献するには大変驚かされたが、日本でまねをすれば環境アセスメントが今よりもかなり高くつくようになるのではないだろうか。乱開発の妨げになって好ましいという意見もありそうである。いつかはこんなシステムをたち上げてみ

たいと密かに思っていた小生は「1本とられた」気分になった。

9) その他

Kuttler *et al.* (ドイツ) は、よく晴れた夜に都市に山風 (冷気流) をよく通すための条件として、コロン (Cologne) 市における観測にもとづき、ventilation lane (風の道) を長さにして最低 1,000 m 確保すること、ventilation lane 上に構造物を置く場合は高さ 10 m 以下とすることなどを明示した。また、この山風を利用しやすい地形的条件として、orographic bays (入り江のような谷地形) の存在を挙げている。

Sachweh (ドイツ) は、ドイツ南部の都市を対象に都市化に伴う霧日数の減少を指摘した。その結果、衛星写真では“urban clear island”を見ることがができる。その一方で、ヒートアイランド循環により水蒸気が都市に集められている可能性もあり、これは非常に興味深い現象である。

Steinecke (ドイツ) は、日本人にはあまりなじみのないアイスランドの都市気候について、低い日照高度による真夏の日中の都市クールアイランドの存在や、地熱利用による人工排熱が都市気候に対して支配的となる事実を示した。

このほか、Rack (ドイツ) は地方自治体の発行物を分析し、自治体毎の気候変動対策への取り組みをまとめた。また Mook and Grauthoff (ドイツ) は、行政官の立場から都市気候学の知見を都市計画に反映させる上での問題点をまとめている。都市気候学の国際集會において、このように社会科学の視点からの発表も行われることは大変意義深いことであるが、日本気象学会などにもこのような発表が出てきてもいいのではないだろうか。さらに、Tel Aviv 大学地理学科 (Bitan and Saaroni) のグループのように、地域密着型の研究 (地中海がテルアビブの気候にもたらす効果) に特化して、その成果をアラカルト式で紹介したところもあった。地理学の分野からの貢献としては、本来はこんなスタンスが主流であったように思う。

さて今回は、Oke らのグループに代表されるように、個別の地表面形態における熱収支を押しやるよりも、混在地表面の平均的な姿を把握するという方向での観測例が注目を集めていた。個々の地表面の熱収支を明らかにしても、モザイク状の都市域では移流などを考慮したモデル化が難しいとの認識によるものであろう。タワーを立てて、かなり高い面におけるフラックスを求めるといった方向が研究の主流となりつつある



第3図 Essen 大学所有の移動気象観測車。

ようだ。これからは、日本でもこういう研究を是非進めるべきである。折しも、期間中会場正面玄関前において、Essen 大学で所有する移動気象観測車の展示があった (第3図)。宅急便の配達車位の大きさで、屋根には気温・湿度などのセンサーを備えた伸縮自在のポールがついている。ボンネット前面にも気温・湿度のセンサーやエアースAMPLING口があり、車内の装置により大気汚染物質の分析が自動で行えるようになっていた。普通のバッテリーを数十個搭載することで、8時間の連続観測が可能であるという。現在ドイツ国内には同型の車両は4台あり、値段は1台1億ドイツマルク、日本円にして約73億円。前述の観測にはこのようなツールも不可欠であるが、一つの研究プロジェクトの予算のみではとうてい届かぬ数字である。

なお、今回は日本からも小生の学位論文をはじめ15件以上の発表がなされたが、建築学の人を中心にだけに日本人の芸の細かさがかなり印象づけられたものと思われる。とりわけ、梅干野ほか (東京工業大学) のGISを用いた都市熱環境の解析は参加者の注目を集めており、日本の建築学の分野における都市気候研究の水準の高さを象徴していたように思う。しかし地理学も負けてはいない。吉野 (愛知大学) は、シルクロードのオアシス内部の集落周辺に展開するヒートアイラ

ンドの複雑な構造について観測結果を紹介した。平たく言えば、集落はオアシスよりも高温であるが、オアシス自身は砂漠よりも低温であるため、クールアイランドの内部に小規模なヒートアイランドが形成されているようなものである。ご高齢にもかかわらず今も元気に世界中を飛び回っておられる同氏のユニークな着想に新鮮な感動を覚えた。最終日の前の晩には吉野先生の呼びかけで日本人参加者が一同に会し、夕食をとりながら日本の都市気候研究の将来について語り合った。小生にとっては初めての「本格的な」国際学会参

加であったが、学問分野間の役割分担について、また日本のなすべき貢献について、改めて考えさせられた旅行であった。

本稿を執筆するにあたり、草稿段階で有益なコメントをいただき、また現地でも大変お世話になった防衛大学校の菅原広史助手、広島大学工学部の成田健一助教授及び東京学芸大学の山下脩二教授に感謝いたします。また、渡航費の援助をしていただいた財団法人生産技術研究奨励会に、紙面を借りて御礼申し上げます。