

熱帯の微気象と大気汚染の国際会議の報告*

木村 富士男** 大喜多 敏一***

熱帯の微気象と大気汚染の国際会議 (International Conference on Tropical Micro-Meteorology and Air Pollution) がインド工科大学 (IIT) の主催で1988年の2月15日から19日までのインドのデリーで開催された。

会議の参加者数は約200人で、地元インド以外からは約70人が26カ国から参加した。日本からは筆者ら2人だけであったのはさみしい。ほかに日系ブラジル人で、筑波大にいて現在は米国在住の Ms. Imamura が参加する予定であったが、ビザの関係で実現しなかったのは残念である。イギリスからは著名な R.S. Scorer, と D.J. Moore, それに汚染質の長距離輸送などで有名な F.B. Smith, 複雑地形上の気流の計算をしている P.J. Mason らが参加した。米国からはインド系の研究者を中心に18人が参加し、光化学大気汚染のモデリングで有名な S.T. Rao や元 NCAR の J.P. Rodege, 同現役の A. Delany それに都市気象を研究している San Jose 大学の R.D. Bornstein らが参加した。Bornstein はほとんど毎回質問し、会議を盛り上がらせていた。中国、カナダからは数人づつ、また中近東やインドの近隣諸国からの参加も目立った。地元のインドからは百数十人の参加があったが、事実上の主催者である IIT の M.P. Shigh の共同研究者や学生が目立ち、なかでも若い女性研究者が多いのがとくに印象的であった。

Extended Abstract 集が初日に配布されたが、発表者にはこれとは別に当日までに Full paper を Atmospheric Environment に投稿することが義務付けられている。発表者は講演の準備と両方になるので、会議前には大変に忙しかったはずである。会議中の質問は紙に書いて提出し、セッションの最後にまとめて講演者が回答する形式が取られた。私のように英語の得意でない者が回答するときには助かるが、議論が今一つ白熱しないような気がする。質疑を Atmospheric Environment の特集号と

しての Proceedings に掲載するためだという。大気汚染に関する会議の例にもれず、多くの専門分野にわたる多彩なテーマの研究発表が行われた。悪く言えば多少まとまりに欠けることになるが、それが特長でもある。

会議の冒頭にはインドで数年間続いている干ばつについて総合的な報告がされた。特に西北部がひどく、収穫が50%以上低下した所もあること、その原因は気圧配置の大きな変動にあることなどが述べられた。会議は1会場で8つのセッションが順に行われた。各セッションの話題と参加論文数を第1表に示す。

セッション1では、デリー周辺での境界層の観測例がいくつか報告された。このなかで示された夏の日中に測定された気温のプロファイルは、混合層高度が2,500 m以上であることが一見してわかる。しかしそれが4,000 mを大きく越える事もあるとの報告には驚かされた。このようなことは日本ではまずないと思われるが、最高気温が45度にもなることを考えれば当然なのかも知れない。珍しい観測として、1983年にインドやインドネシアで皆既食が見られたときの境界層の観測とモデル計算の報告がされた。しかし、日食時の観測により、なにか特別なことがわかるわけではなさそうである。

セッション2では、一次元モデルによる熱帯域の境界層のシミュレーションがいくつか報告された。また谷の中の境界層モデルについても2編の報告があったが、両者はスケールが大きく異なり、谷の中の渦みや循環流の形成に関して、何が重要なのか見方に違いがみられた。

セッション3では、都市や複雑地形上の汚染モデルのほか、米国の Nigam やオーストラリアの Best らなどから convective boundary layer における拡散問題が議論された。これはしばらく以前から米国などで研究が盛んになっているテーマである。自由対流の卓越する境界層の中では、単純なブルームモデルやK理論はあまり正しくなく、熱対流の働きにより、地上発生源のブルームは主軸が上昇、高煙源からのブルームでは下降する傾向があるという理論である。前にも述べたように熱帯では大きな混合層が形成されることもあるので、この会議には

* From International Conference on Tropical Micro-Meteorology and Air Pollution

** Fujio kimura, 気象研究所応用気象研究部.

*** Toshiichi okita, 桜美林大学.

第1表

セッション	論文数	トピック
1	16	熱帯境界層の特徴(測定)
2	12	熱帯境界層の特徴(モデリング)
3	14	大気質モデル
4	18	大気汚染—サンプリング, モニタリング及び制御技術
5	9	大気汚染の影響評価, 人体・植物影響及び経済戦略
6	17	環境影響評価と対処方策
7	11	事故による有毒ガスの放出, 放射能災害と対処
8	6	代替エネルギー源及び燃焼効率の向上と大気汚染

ふさわしい題材の一つであろう。

セッション4では、アマゾン、インド等の熱帯地域におけるエロゾル、特に風成エロゾルの濃度、粒径分布、組成の測定と、リセプターモデルを用いた発生源同等等の解析に関する研究が報告された。また、インドでは対策の遅れもあって、かなり風下まで目視できるほどの煤煙を排出している煙突がいまだにあることを逆に利用し、ビデオ装置による拡散幅の解析報告された。インドの各都市はエロゾル汚染が進行していることは会議後の野外旅行等からも印象づけられた。また、ノルウェーの Ottar らは北極エロゾルの起源を組成と流線解析により追跡し、おもにソ連の北部工業地域など高緯度の工業地域からの汚染であると報告した。また、シンガポールの Aziz は室内汚染の重要性を強調し、我々の住居は実に多様な有害汚染物質で満ち満ちていると講演した。

セッション5では、都市気候、特に気温、風速、汚染とのかかわりが議論されたが、特に、Bornstein のレビューは興味深かった。彼はその中で、Landsberg が示した熱帯都市の理想的な設計にふれているが、現ニューデリーは中心部を除くと、理想にはほど遠い。また、雨の酸性度の調査など酸性雨に関連した報告も見られた。

セッション6では、中国や熱帯地方での、実用的な拡散モデルの環境アセスメントへの適用について、いくつかの事例的研究が報告された。

セッション7では、フランスの Paramentier とイギリスの Smith により、チェルノブイリ事故による放射性物質の影響調査の報告があった。とくに Smith は雨による deposition の重要性を改めて指摘した。酸性雨の現象解明やモデリングとも絡んで、wet deposition はしばらくの間重要な研究テーマでありつづけると思われる。

化学工場の事故などによる有毒ガスの拡散問題には多くの関心が集まった。とくに最近多くの被害者を出しているインドやメキシコの研究者は、有毒物質を扱うすべての施設で事故によるリスク評価をすべきであると主張した。この種の事故の被害は、事故の起きる時間、気象条件により大きく変わるので、その影響をあらかじめ条件別に調べておくことは安全管理上も大切であると思われる。大量の化学物質が一度に放出される事故の場合は、ガスあるいはエロゾルと大気の混合気体の密度が、大気より大きかったり、大気中で相変化や反応することが多く、通常の大気汚染物質とは違った拡散をすることがある。Lawrence Livermore 研究所の Koopman は実際に砂漠でアンモニアガスなどを大量に放出する大規模な実験を行い、その拡散を調べている。その結果、比重の重いガスの地上放出では鉛直拡散は押えられ、水平拡散は促進される傾向があることが示された。

セッション8では、代替エネルギーなどがテーマであるが、Grover はいかにもインドらしく稲わらなどのバイオマスを効率よく燃焼させる簡単・小形の燃焼炉を紹介した。バイオマスの利用は地球規模の CO₂ 汚染の心配が少ないなど、低公害であることを強調した。一方、Moore は地球規模の汚染を軽減するには節約を含め、総合的なエネルギー対策が必要で、ほとんど無公害と考えられる太陽光や風力の利用の増大が望まれるとした。

会議最後の日には、Conclusion がまとめられたが、事務局の提案の中に、熱帯の境界層は中緯度のそれと異なるところがあるので、中緯度地域で利用されている拡散モデル(具体的にはパスキル・ギフォード図に基づくガウスモデルなどを指すと思われる)はそのままでは利用できない。もっと境界層理論に沿ったモデルを開発すべきであるとの一節があった。これに対し、自らそのよう

な理論モデルを発表したオランダの Van Ulden はじめ欧米、オーストラリアの研究者から異論が出された。彼らの考えでは、パラメータの値は修正が必要かも知れないが、基本的には熱帯でもガウスモデル等は利用可能である。相似則などによる理論モデルは原理的には優れているが、実際には熱フラックスなどの基本的物理量の測定や代表性に問題の生じる場合が多く、実用性ではガウスモデルに及ばない。観測データの乏しい地域ではなおさらであるという主張である。日射量や風量と風速から拡散幅を推定する P-G 図方式の是非については、我が

国の気象学会などでも何度も議論されている。拡散モデルが、境界層の物理量の観測が容易でない都市域を中心に応用される事を考えると、この古臭い P-G 図をごみばこへ捨ててしまうことは、残念ながら当然できそうにないようである。

謝辞

著者の1人(木村)が国際会議に参加するに当たり、気象学会の交流基金からのご援助をいただいたことに、深く感謝します。



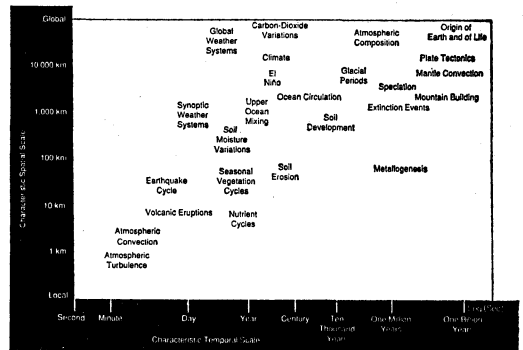
Earth System Science-A Closer View NASA Earth System Sciences 委員会報告

連絡先 Office for Interdisciplinary Earth Studies, UCAR, P.O. Box 3000, CO, Boulder, USA である。

この印刷物は、非売品であるが、各国の研究者に配られたもので、各大学・各研究所に広く配付されていると思われるし、又、NASA に請求すれば送って来ると思われるのでここで紹介しておきたい。

最近、日本でも“地球科学”ブームであるが、世界の先頭を切って“地球科学”を叫んだ NASA の一般向け解説書である。そこでは地球全体を対象とし、今後の地球科学としての方向を述べている。とりわけ、従来の学門の枠にとらわれずに、対象を整理しているのは目新しい(図参照)。その背景には、NASA の生きてゆく道として衛星の積極的な利用を促進してゆこうという意図があることは容易に想像がつく。しかし、“衛星による宇宙からの地球観測”というのは誰が考えても将来の地球観測の柱であり問題はなからう。更に、巻末の美しいカラー写真と、将来の衛星搭載測器のカatalogだけでも一見の価値がある。

構成は、9章からなり、各章毎に、まとめがついている。参考のために各章のタイトルを示すと、第1章 我々が地球の将来に対する研究、第2章 地球システム科学—全地球的变化に対する新しいアプローチ、第3章 千年から百万年にわたる全地球的变化、第4章 10年か



ら百年にわたる全地球的变化、第5章 古気候—長い時間スケール(千年~百万年)と短い時間スケール(10年~百年)を結ぶもの、第6章 モデリング、第7章 測器と技術の動向、第8章 地球システムのための観測・情報システム、そして、第9章は推奨されるプログラムとなっている。

プレートテクトニクスから大気の運動まで地球の中心から地上 90 km までを対象とする気宇壮大なものである。内容の詳細については、自分の専門としているところから判断すると、一般向けと云って良いと思うが、従来、気象学から遠かった地球物理学、地球化学、地質学等の接点を感じるには適当と思われる。最後に、典型的な流体力学、応用数学の理論家である F. Bretherton が議長としてこの報告書をまとめたわけであるが、その幅の広さには感じるところがあった。子曰く、君子は豹変ス、と。

(東大・理 住 明正)