



天 気

1992年2月
Vol. 39, No. 2

[シンポジウム]

402 (大気輸送モデル; ワークショップ)

大気輸送モデル評価研究 (ATMES)

ワークショップの報告*

里村 雄彦**・山田 慎一***

1. はじめに

1991年3月12日から14日まで、イタリア北部の保養地ベルジラートにおいて、標記のワークショップが開かれた。ATMESは世界気象機関(WMO)、ヨーロッパ共同体委員会(CEC)、国際原子力機関(IAEA)が主催し、「チェルノブイリ事故による汚染物質のヨーロッパでの大気中濃度と沈着量について、長距離大気輸送モデルの計算結果と観測値とを比較し、モデルの評価をする」ための合同研究プロジェクトである。G. Grazianiをはじめとする事務局がイタリアのIspraにあるCEC合同研究センターに置かれた。このプロジェクトへの参加要請書は1989年6月に配布され、参加者は主催者から提供された発生源データ・気象データを使用したモデルの計算結果を1990年4月までに送付、ドイツ気象研究所のW. Klugをリーダーとする5名の評価チームによる計算結果の評価が約1年かけて行なわれたのち、1991年3月にワークショップを開催して議論を行う、というスケジュールであった。今回のワークショップでは、

- (1) 評価チームによるモデル評価の結果を示し、
- (2) 原子力に関連した緊急時の長距離輸送モデルの現状について議論し、
- (3) 今後の研究への勧告を行う

ために、13カ国20機関28名の参加者と主催者側8名、それに20名弱のオブザーバーを加えた50数名が湖畔のホテルに集まり、3食を共にしながら議論を行うという文字どおりのワークショップであった。日本からは日本原子力研究所の石川氏と筆者らの計3名が参加したが、アジアからの参加は日本だけであり、韓国や中国からの参加がなかったのは残念であった。

2. ワークショップでの討議

まず、初日の午前中は主催者側提供データについて提供元機関からの説明があった。ソ連応用地球物理学研究所のG. Petrovは発生源データについて、CEC合同研究センターのM. DeCortは放射能観測データについて、ヨーロッパ中期予報センター(ECMWF)のK. Riderは気象解析・予報データについて、オランダ王立気象研究所(KNMI)のR. Scheeleは雨量計による降水量の解析データについて、それぞれデータの採取や解析の方法について説明した。それによると、ソ連が提供した放射性物質の放出量データはエアロゾルの値であった。放出ガスの量は事故から5年近く経過した現在でも不明とのことである。また、ヨーロッパ各国の放射能観測は観測時間・観測方法・平均時間がまちまちなので集計が困難ということであった。放射能観測については、せめて緊急時には気象データのように各国一斉に同じ方法で観測するようにすべきだとのコメントがあった。また、提供された降水量データは12時間毎や6時間毎の地上観測値を時間・空間内挿して6時間及び3時間積算値

* Report of the Atmospheric Transport model Evaluation Study Workshop.

** Takehiko Satomura, 気象研究所応用気象研究部.

*** Shinichi Yamada, 気象庁数値予報課.

の水平分布を出したという説明であった。降水量データの作成方法が(仕方ないにしても)あまりに荒っぽいため、昼食のときに隣に座った R. Scheele にレーダー網を使った降水量の把握はしていないのかと聞くと、今はまだしていないがレーダー網が完成すれば行う計画であると言っていた。

初日の午後から2日目の午前には各参加機関のモデルの説明が各20分の持ち時間でなされた。石川は日本原子力研究所の局地拡散モデルについて、山田は気象庁数値予報課の現業全球拡散モデルについて、里村は気象研究所の局地拡散モデルについて発表した。原研のモデルは、解析された風の場合、連続の式を満足しつつ地形の効果も含まれるように変形する方法、数値予報課のモデルは沈着過程が入っていないものの全球スペクトルモデルで総ての気象データを予測しつつ拡散モデルを動かす方法、気象研のモデルは気象予測・拡散計算ともに局地格子モデルながら沈着過程を導入しているといった差はあったが、汚染物質の拡散計算に多数の粒子を酔歩モデルで追跡する手法を共通して用いていた。

他の機関のモデルは、パフやプルームモデルの系列が半分近くの9つ、日本の3機関と同様の広がりを持たない多数の粒子を追跡するモデルが3つ、オイラーモデルが5つであった。このような数千 km 規模の長距離輸送モデルに緊急時用とはいえパフやプルームモデルといった拡散過程を簡略化したモデルや、大気に混合層モデルを用いるといった簡略化モデルが大半で、しかも ECMWF の6時間毎の指定面気象解析データという粗い気象データを使ってかなり良い成績を上げているのは驚きであった。ただ、筆者らと同じように気象予測モデルと結合したシステムを持っているドイツやカナダからの参加者は、「今回は(上記のような)ECMWFの解析データを使ったが、もし自前のデータを使えば自分の方が精度良くできるはずだ」と自負していた。そのためか、主催者側了解みとはいえ、種々の理由から参加要項に従わず自前の気象解析・予測データを用いた筆者らに要項に従わなかった理由を詰問調で質問してきた人もいた。

2日目の午後から3日目の午前には最終報告書に載せる結論と勧告を作ることに費やされた。大筋のところは既に配付されていたためその場では語句の修正と追加項目の議論となり、科学から離れたところの話が多かった。

以下に知見(ConclusionsからFindingsに変更された)と勧告(Recommendations)の一覧を示す。ただ

し、これを書いている時点で最終報告書が届いていないため、事前配付された案文と私のメモをもとにしている。

●知見

(1) ベルリンとミュンヘンの汚染物質到着時刻については、解析された風を用いた場合、多くのモデルが6時間以内の誤差で計算している。これは解析された風を使えば放射能雲の移動は良く追跡できることを意味する。

(2) 時間的に見た汚染物質空中濃度のスレット・スコアは、解析された風を用いた場合、7つのモデルが数地点で70%以上の値を示した。しかし、同じモデルでも地点によって成績にばらつきがある。

(3) 空間的に見た空中濃度については、解析された風を用いた場合、8個のモデルが汚染物質の等濃度線の位置を正しく計算した。

(4) 日々の湿性沈着量の観測が少ないため観測値からその等値線を引くことができず、沈着量についての空間的に見たスレット・スコアを計算できなかった。

(5) 積算沈着量は6つのモデルがうまく算出した。

(6) 解析値ではなく風の予報値を用いた場合、どのモデルも精度が落ちる。降水量のデータにも予報値を使えば、精度はさらに落ちるだろう。

(7) 参加要項の条件下では、複雑なモデルが良い結果を出すというわけではなかった。また、ラグランジュモデルとオイラーモデルとで系統的な成績の差はなかった。

(追加1) 放出されたヨウ素ガスの量が不明であるため、そのエアロゾルとの比は不確定である。

(追加2) 高濃度汚染地域では全般にモデルの成績がよく、低濃度地域では成績がよくない。

●勧告

(1) 参加者はモデル結果を詳細に解析し、モデルがそのような結果を出す理由を明らかにすべきである。その意味で、このプロジェクトで作られたデータバンクを参照できるようにすべきである。

(2) 長距離大気輸送モデルの入力としての気象データの質を改善する必要がある。特に、降水量は実況値と予報値が、他の気象データは予報値が問題である。

(3) 非常に離れたところでも検出できるトレーサーを用いた拡散実験をヨーロッパで行うことを、強く勧告する。

(追加1) 発生源データの収集を引き続いて行うこと。

3. おわりに

入力データを揃えて各種のモデルを観測と比較することは必要なことだが、肝心の入力データが必要な精度を持っていないと比較結果も曖昧なものになってしまうことを今回のワークショップは明示してしまった。このような状況では発生源データのみ指定し、気象のデータはルーチ的に手に入る範囲で各機関が最良と思われるデータを用いた結果を比較したほうが(もともと各々のモデルはそのようにチューニングされているはずであるから)、モデルの比較という意味でより多くの情報が引き出されたのではないかと思う。しかし、データの不備をテコに勧告(3)にあるような大規模な実験を提案し、“European Tracer EXperiment (ETEX)”という名称を付けて2年後に実施しようと動き始めている。そのため、会議の最後の挨拶は「2年後にまた会おう!」であった。私は実際にその計画に参加できるかわからないが、気象学や気象の数値計算の分野であまり日の当たっていない、数千 km スケールの水平拡散に関する知見がこの拡散実験から得られるのではないかと注目している。

4. 雑感

私達の滞在した北イタリアは治安も悪くなく、意外と英語が通じたりしてなかなか快適な旅でした。ただ、ワークショップの資料がかなり重く、常にトランクは制限ぎりぎりの 20 kg、残りは手荷物というのが文字通りの重荷でした。ヨーロッパの人達は、ポイと自家用車のトランクに放り込んで終わりなのでから気楽に参加できるというものです。アメリカとヨーロッパの間の航空運賃も安く、彼らの間の交流と比較すれば日本は極東の離れ島。研究も人と人との繋がりや占める部分がかかなり大きいことを思えば、国内外を問わず国際研究集会に若い人が何度も参加し、顔と仕事を積極的に宣伝し続けることを望みます。

今回のワークショップの参加にあたり、日本気象学会の国際学術交流事業の一環として旅費の一部を援助していただきました。ここに記して感謝いたします。

(里村)

—ワークショップ参加印象記—

「空飛ぶスラム」と異名を取るアエロフロートに乗ってたどりついたイタリアの避暑地ベルジラートは、まだ

夏場のような賑わいもなく、会場となったホテルもほとんどワークショップ参加者だけの貸し切り状態であった。会場がそのまま宿泊所を兼ねていたので、出席した各国のモデル開発担当者たちとは、十分に交流を深めることができた。

彼等との話題は、旅行や休日の過ごし方などの世間話から始まって、それぞれのモデルの抱えている問題点や、各国の予報センターの数値予報モデルの開発の現状・今後の計画に至るまで、広範なものであった。輸送モデルの話に限れば、鉛直・水平拡散の方法や拡散係数の与え方(あるいはモデルによっては大気境界層の高さの定義の仕方)で輸送される物質の分布がかなり変わることから、モデルにおける拡散輸送の扱い方の選択の重要性に皆が着目していた。このような問題を解決するためには、トレーサーの時空間分布を放出時から精度良く観測したデータを使ってモデルの結果を検証しなければならない。しかしながら、特に長距離大気輸送モデルの検証データは極めて乏しいのが現状である。ATMESの目的はまさにこの長距離大気輸送モデルの検証にあったわけだが、提供されたデータは残念ながらモデルの検証材料としては精度が十分ではなく、議論も歯切れの悪いものになってしまった。それでも、ワークショップの開催によって、今回初めて各国のモデルの開発担当者が一堂に会して直接情報交換ができたことは有意義であった。

長距離大気輸送モデルをまじめに検証しようとすれば、拡散させる物質の初期の空間分布を正しく把握すること、そして、物質の濃度や沈着量はもとより、物質を運ぶ大気に関する(降雨分布も含めて)時間的・空間的に密度の高い4次元的な観測体制、の2点が不可欠であり、莫大なお金と人を要する巨大なプロジェクトとなる。そのようなプロジェクトとして欧州物質輸送実験計画(ETEX)は2年後の実施を予定しているという。この計画に参加者たちが寄せる大きな期待を、会場のあちこちから活発に湧き出す質問・コメントが端的に表現していた。このような大掛かりな実験を積極的に推進しようとする EC 諸国の研究者たちの姿に、統合を間近に控えて意気揚がるヨーロッパの勢いを感じた。

今回のワークショップ参加に当たっては、勲原子力安全研究協会から援助を頂きました。記してここに謝意を表します。

(山田)