

「普及講座」の終了と「気象談話室」の発足について

教育と普及委員会

1977年に始まった「普及講座」は発足以来10年余を経過し、1987年11月号(新野 宏: 流れの安定性について)までに延べ39編が掲載されました。この間に、主なテーマはほぼ一通りとり上げられたように思われます。また、10年前に比べ現在は、多くの普及書や教科書が出版されるようになりました。これにより本講座の役割は一応果たし終えたと判断され、この辺で「普及講座」をひとまず終了するとともに、新たな構想による新シリーズ「気象談話室」を設けることになりました。

「気象談話室」では、気象学的なものの見方、考え方についての示唆に富んだ話、また、一般の普及書や教科書には入りきらないような裏話等も盛り込んだ、経験をまじえた肩のこらない解説を掲載することにしていきます。「気象談話室」が、各専門分野におけるベテラン研究者の経験を多くの会員が共有できる場となることを期待しております。

これまでの「普及講座」に対する各位のご支援、ご愛顧に感謝を申し上げるとともに、新シリーズ「気象談話室」につきましても、宜しくお願いたします。

気象談話室

私のタッチした諸研究に関する裏と表の話*

内田 英治**

1. 研究とは

研究とは未知の現象等への探求だから、今までやられたことのない領域に食い込む仕事であることは誰でも認識している。

しかし、新しいものへの探求と言っても何と困難なことであろう。考えようによっては、身近にあるものみな新しいとも言えるが年代を経て、学問・研究が進歩するにつれ、真に新しいことにとりつくのは大変なこととなる。具体的には、本当に新しくやる価値があるかどうかを判断するのが大変な点、実行する時の、予算、人員、チームワーク、努力等が大変である。しかし、研究をストップしたら学問はもちろんのこと、技術開発もそれでストップし、進歩はなくなる。

* Extended comments on several meteorological themes.

** Eiji Uchida.

そこで新研究テーマの選択がまず重要なことになる。しかも、その前途の見通しはもちろんよくわかってはいない。わからないから研究である。しかし、なんとかある程度の見通しをつけてやらねばならない。それには一般的にそのテーマ自体に①普遍性があるか、②ざん新性(獨創性)があるか、③発展性(バイオニア性)があるか……ということできめる以外にないであろう。

およそ研究者は一般に凝り性であり、一度とりつくと、完成と思う時まで泥沼にのめりこんでしまう傾向もある。それを適宜コントロールして新しい方向を目指す人は確かに偉い。そういうよりも頭の切り換えと見通しがうまいというべきか。そこに研究上のやり方が問題となる。

もっとも、相当程度のさまよいと忍耐は根底として必要である。ただし、それと果てしなき泥沼とは違うと言いたい。もちろん、人目を引くことだけが新しい研究で

はない。ここに、その人の決断がまず決め手と言えるであろう。私は自分自身の研究上のさまよいかからまずそんなことを感ずる。

2. いろいろの研究方針

2.1. 今回のテーマ

研究には基礎から応用までのいろいろの分野があるが、今回は私のタッチした研究のうち予報、防災、環境調査、データ等に関係したものを取りあげたい。

2.2. 定性・定量化と位置づけ

研究には、もちろんパイオニア精神が必要なことは前にも触れたが、まず定性的な探求からスタートすることが普通であろう。そして次に定量化が続くだろう。ただし、定量化の時にどんな定性的モデルを画いているかが往々に問われる。モデルについては後にも記したいが、暗雲（やみくも）に研究しても、モデルが出来るというものではないのではなからうか。すなわち、第一近似的モデルを想定して、それをチェックしつつ、第二、第三モデルを構築してゆくのが正道と思える。もちろん、スタートにおいては暗雲と言われることもあろうし、定量化の最中にモデルを急に変更させなくてはならない時もある。またモデルづくりにあまり焦ることもあるまいと思われるときもある。しかし、自分が今どんな研究段階にいるかの位置づけは少なくとも絶えず調べておきか、教えてもらおうとかがすることが大切であろう。

その際、よく言われることだが、モデルは最終目的ではなく、手段の一つに過ぎない。それ故にモデル構築自体にあくせくすると言うより、この中の仮定とか、要因同士の関わり合いとかを明確にしていこうと自分が大切である。

物理というものは、できるだけ単純化した要因（パラメータ）より成るモデルで、現象を普遍的にまとめて記述しようとすると考えられる。したがって、出来れば、少数のパラメータで構成したモデル構築が必要だろう。つまり、何か究極の到達点に行くことを目指すというよりも、こういう目で見ると、このように説明出来るということがまず大切なのである。そしてそれを普遍化するところが実は大変なのである。大気現象には大変大きな変動があるから、この中で卓越した要因を抽出し、モデル化するのに確かに苦勞がある。それでもそれを越えて行かねば進歩はないのではあるまいか。

2.3. スケールの差とローカルスケール

大気中の現象の空間的な大きさと寿命時間の表示、す

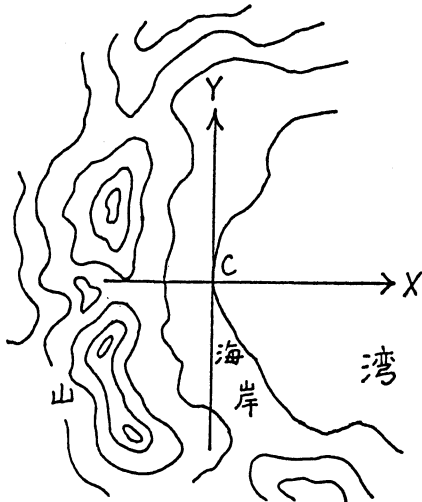
なわちスケール表示は非常に大切な研究のスタートである。スケール相互間の関係の研究はそもそも難しいものであるが、とにかく、まず時間と空間により、諸現象をスッキリと整理しておかなければなるまい。ところで、私自身は気象研究所における専門的研究（雲物理）以後、一時は地方研究とも言われたローカル研究に関心があり、これに大分タッチした。これは一体どんな研究かとまず考えてみたい。私の場合、気象庁の地方官署で行ってきた研究ということだが、これも時代の変遷で次第に変化してきていると思う。しかし、私の場合を例にとると、一つは地方研究はスケールの差（この場合、メソスケール [数 100 km] から、地域スケール [数 10~数 100 km]）ということになるだろうか。すなわち、日本全体とか、世界とかいうのではなく、関東地方とか近畿地方といった地方単位もしくはそれ以下のスケール内の現象を解析することである。ここではローカルスケールと一応言っておく。そして、その地形効果とか、諸現象の人間社会に関する影響とかを調べる。最近ではコンピュータが日常的になっているが、まだパソコンもそう普及していない頃は、定量的計算も容易ではなかった。また環境調査と言っても風洞実験にも金がかかってままたぬ有様であった。

ところが、時代の差はおそろしく、今や、マイコン、パソコン、電卓に至るまで、普及に普及を重ねて、一寸した計算は大型コンピュータを使わなくとも容易にできるようになった。もう少し年代を経ると、中央から出される大規模場の予測資料（デジタル化されたもの、例えばグリッド点の値など）を用い、ローカルスケールの諸現象をいろいろ大きな場との関係からも計算しうようになる。それにもかかわらず、研究テーマを探すことや、実際にある現象の観測をどのように進めるべきとか、どうモデル化を行うかとかについては、形態は変わっても、その研究の苦勞は昔と変わらないと思われる。以下に私の多少タッチしてきた気象官署在任中における研究の諸問題について気づいたことを記す。

3. 諸研究テーマ

3.1. 海陸風循環関連

昭和40年代半ば頃は、海岸地帯は石油コンビナート構築の華やかなりし時であり、各地で環境調査が盛んであった。その際、日本の海岸線は凹凸が多く、背後山系をかかえ、当時 100 m 煙突が次第に作られつつあったがその煙が一体どこに流れて行くか、またどう行きつ戻り



第1図 山口県下松市などの典型的な内湾の地形の例

(研究時報 24, 10, 1972)

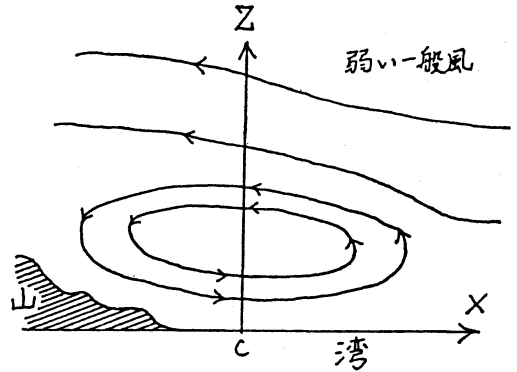
つするかということで海陸風調査や研究があちこちで行われた。瀬戸内海沿岸もその例にもれず、よく合同のシンポジウムも行われた。

もちろん風洞実験も一部行われたが、一つには温度・密度成層風洞も乏しく、普通はレイノルズ数を自然のものと同合わせるようにして中立風洞を用いた実験が多く、煙突の煙はどれ位風下で着地するかという議論も多かった。しかし、実際に適用すると、距離のオーダー位しか参考にならないという声もかなりあったという。

一方、複雑な地形をそのままコンピュータシミュレーションに取り入れる方法も考えられたが、大変な仕事であり、実用には今だしであった。

そこで実際に海陸風を観測することになり私は当時としては少し大きな観測の指導をした。それはある瀬戸内の自治体(山口県下松市、人口約10万人)の依頼を受け、この市が直面する湾の中にモーターボート(風向風速計とトランシーバーを携帯)を数隻浮かべ、私達は湾のふちの小高い丘にのぼって、指揮をしたり、パイロットバルーンを飛ばせたりした。これにより海風前線が湾内をどう押し寄せてくるかわかる。

ただし、その際もう少し手を広げれば良かったと残念に思ったことは、海風前線は夜間どのあたりに停滞している、それが午前中にどのように湾内に入ってくるのかということが不明であった。もちろん、少し大きなスケール内の一般風の吹き方によって異なるが、どうせ大が



第2図 複雑な地形のもとでの海陸風循環

(図は弱い一般風のもとでの陸風の例)

(研究時報 24.10.1972)

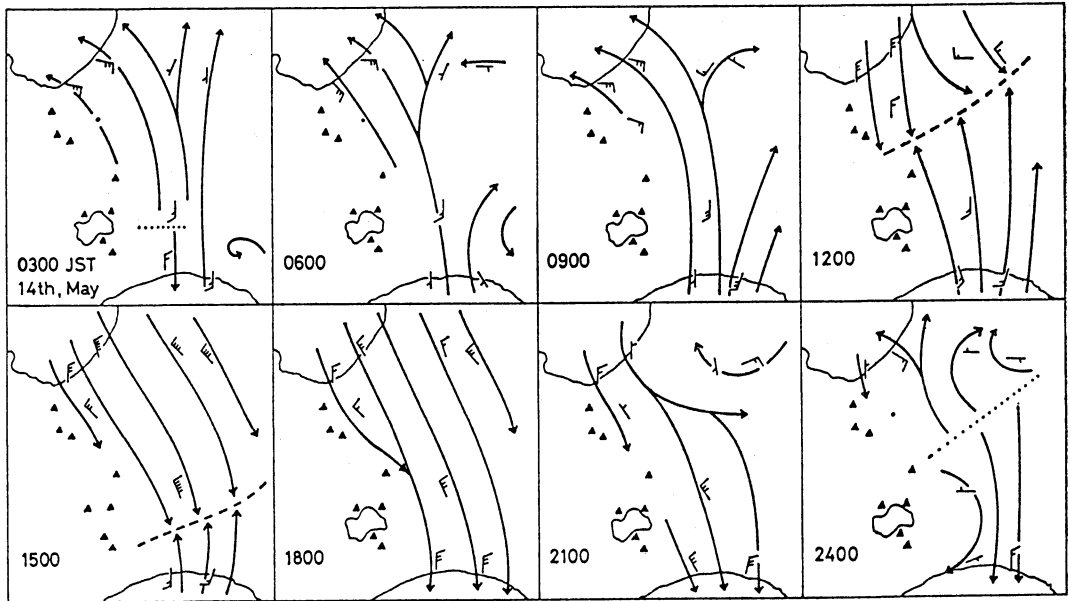
かりなモーターボート観測をやるならば、これを十分観測する必要があったと思われた。

エストークの研究が基本的には参考になったが実際の地形ではどういう風系になるか、また、水平風はとにかく、鉛直成分の風をどう観測するか。私は定性的モデル(第一近似)しか画けなかったが、大げさな観測(例えばノンリフトバルーン利用)を行うのも一つの手である。また背後山系および太陽高度を考慮して、一つの三次元的海陸風循環モデルを想定し、それをチェックするように観測しなくてはならないとも考えた。ただし半島や岬の効果はどれ位か、その陸の面積がどれ位あれば、海陸風に寄与するか、上層の反転風の高度をどうとらえるか、SOx ならとにかく、NOx 時代(光化学スモッグ時代)に、汚染質の放出後の時間経過はどうとらえるのかなど、難しい未知の問題は大変多い。現代では、リモートサウンディングによりこの循環系をとらえうというが、何れにしても観測を行う前に、まずできれば想定モデルはよく考えておくべきだろう。

その際、年間のウインドローズ(風配図)を考慮して、主風向別に循環モデルはこう変化するはずと想定しておくといひだろう。その上で、野外観測、風洞実験、数値計算を行うといひのであるまいか。

もちろん、想定と異なった結果が、多くの場合起こる。それ故に興味を惹起され、研究意欲が次々と湧いてくる。

最近では、風系に関しては大都市のヒートアイランドとか、山谷風を含めた海陸風とか、遠距離汚染質拡散とか、酸性雨形成過程とかテーマは変化し、拡大しつつあ



第3図 札幌……苫小牧地区の流跡図
 (破線は収束線, 点線は発散線: 1973年5月14日)
 (研究時報 27, 7-8, 1975)

る。そしてレーザーなどを利用した光学観測なども大したものである。しかし、ある一点観測はモデル構築にどんな意味を持つかを時々考えないとまずい。もちろん、ケーススタディーは大切であり、これもしっかりやればモデルに役立つ。その意味で観測自体が大切で、モデル構築を焦らぬことも時には必要だが、目的性と位置づけについては十分考えておきたい。

なお、札幌でも環境調査として、石狩湾からどれ位札幌市内に海風が入ってくるか調べたことがある。その際、注意すべきことは、よく収束量を算出するのにベラミの式*1を用いる、その時、三角形の頂点の観測点の値がよほど代表値を示すようにしないと、収束量は大幅に違ってくるということである。したがって特に風など観測値の代表性には注意が必要と思われる。また、三角形の中に不連続線があってもうまくない。最近では収束、発散量はメッシュ値からコンピュータで計算している。(第1, 2, 3図参照)

*1 三角の頂点の風向、風速の値よりその三角形内の収束・発散量を算出する方法。

*2 上層と下層で性質の異なる温度移流が起こるとき、鉛直方向の対流不安定の形成状況を解析すること。

3.2. 集中豪雨関連

1時間に数10mm以上降るようなローカルの大雨を集中豪雨と言っている。特に西日本において(北日本でもしばしば観測される)大問題であり、極値は187mm/hともいう。もちろん、非常にローカルな現象上に、ゲリラの発生状況をかもし出すため予測は難しい。多分、将来とも確率的予測ということになる。しかし、レーダーとアメダスの合成図が最近では出来ているので、実況は大変良く把握されている。また2~3分おきのエコー図もレーダーによってはキャッチでき、解析に供せられる。

私が地方にいた時に、この研究は九州地方では盛んであった。また北海道でも南海岸地方では時に起こり、研究も行われた。

その時、予報官はいろいろの解析をしていた。一つは、大気中層と下層においてそれぞれ収束風のあるときの風向の相異を問題とする。下層は湿った気流の侵入するものであり、いわゆる層別温度移流(differential thermal advection)解析*2を行う。そして上空より見て二つの風系の重なった領域に注目しつつ、豪雨との関係を調べる(対流不安定の目安として500mbと850mb

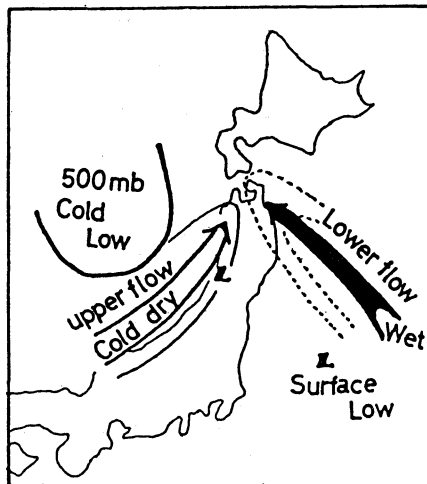
の相当温位*3の差をとる)。ただしこれではかなり広い領域のことしかわからない。

もう一つは、レーダーエコーや雨量分布をもう少し詳しく解析して、ある大雨(例えば時間雨量)のあった場所につき、時間経過を調べる。その時にある時間前(1時間前)と後(1時間後)の雨量の時系列において、前後を加え、現時点の2倍値を差し引き、その量の分布を調べる。これは時間雨量の2次微分に相当し、急速に発達したじょう乱帯の移動を研究するのに役立つ。ある範囲を想定するならこれも解析の手段となる。このような解析も予報官と共によく行った。

さらにレーダーエコーは時々バンド状エコーを示し、それが次々と押し寄せるか、二つのバンドが重なった時に、大雨になることが指摘される。すなわち、ある狭い領域の背の高い積乱雲の形成と停滞が大雨に関係すると考えられるがこのバンド状エコーは大切な役割をなすようだ。特に下層において湿舌の侵入となると、上層の水分蓄積層との間の安定度において大雨が問題となる。その際、大雨の起こったあたりの流線(メソスケール以下)はどう画かれ、水分がどのように上層に蓄えられ、それがどう維持されるかが問題である。地形性収束と言っても定量化は相当難しい。特に、大雨付近で流線を立体的にどう画くかが一つの問題であるが、データも少なく苦しむことが多かった。

またミクロの雲物理的考察も、定性的モデルを作るのに大いに役立つことが多い(後述)。ただにわかには視野を細かにせず、大きな水分の流れの場との関係においてまず見ることが常とう手段であろうか。実のところ、ある範囲内(数10km~数100kmスケール)に流入する水分と、そこに降る雨量との比(すなわち降水効率)を調べたかったが、果たせなかった。孤立した雷雲については、鉛直シアとの一義的關係が論文には載っているが、日本の場合何とかこの方面の定量的研究が出来ないものか。

いずれにしても、レーダーエコーを細かく眺めていると、大雨をもたらす対流雲の群は複雑な様相を呈している。あるいはランダムかも知れないと思うことすらあ



第4図 豪雨発生時における総観場のモデルの例
(研究時報 27, 6, 1975)

る。3~10分間雨量の時系列分布を見ても、ただ複雑としか言いようがない。しかし、対流雲群の集まりは何か系統的な法則があるようにも思える。特にそれが組織化された時はなおさらである。

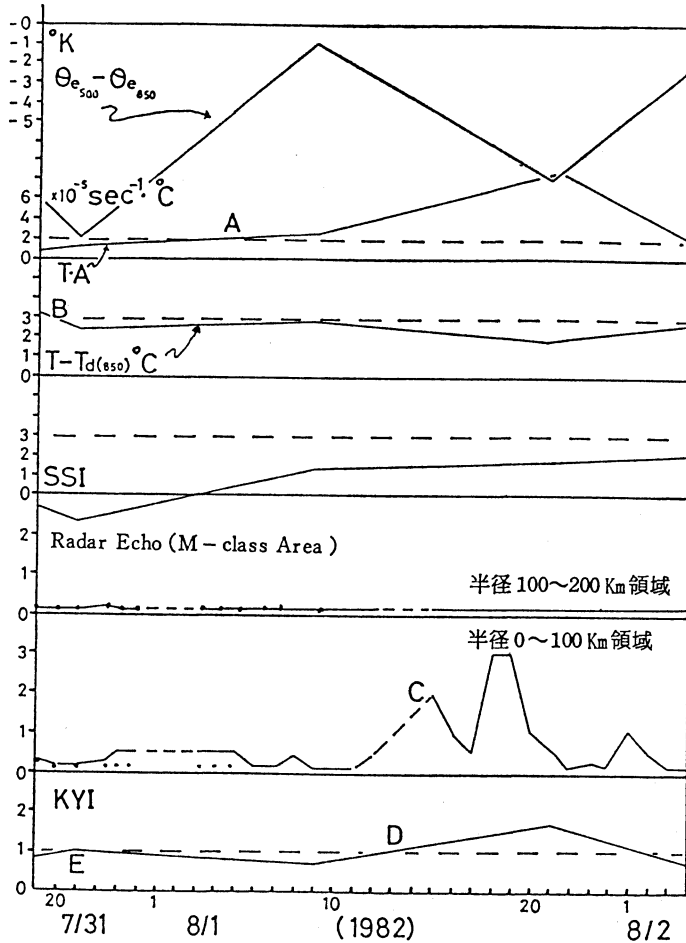
そこで、私は次のような考えを導入した。つまり、あるスケール内において組織化されつつある場が不安定になるには、より大きな場でもまず不安定のきざしがあるに違いない。それは何か?

大阪管区では予報の支援資料を独自に作って地方气象台に流している。まず私は、レーダーエコー図の中より、強いエコー(S)と中程度のエコー(M)の面積の全体に対する比(これは目分量で決めた)をとった。それと支援資料の各要素(安定度、移流量、湿数、各気圧高度面の気温など)と対比をとる。そのとき、移流量(Adv·(T·A))と湿数(T-Td)*4は他の要素よりも数時間前に平均的なしきい値を超えるか、これに近接して、先の比の増加とよく対応していた。すなわち、M, Sのエコーの増加する数時間前にこれらの要素が前兆(?)として変化し始めていたようだった。レーダーエコーは、大体バンド状になるように見えたが、スッキリした形ではなかった。もう少し例数が欲しかったが、このような研究を私以外にも集中的にする人のいないのが残念であった。予報技術上はこのような研究も必要であろう。

この現象については、先にも記したが、風の鉛直シアが強まると、対流雲群は活発になるということも言われ、ミクロの雲物理からもある程度説明をつけ加えてほ

*3 温位は気塊を乾燥断熱的に圧力1,000mbになるまで圧縮(または膨張)させたときに示す温度。相当温位は、水蒸気を含む気塊を断熱上昇させ、含んでいた水蒸気を全て凝結させて系外に放出し、再び断熱圧縮で1,000mbにした時に示す温度。

*4 気温(T)と露点温度(Td)との差



第5図 レーダーエコー面積(M級)の増加と移流量 $T \cdot A$ および湿数 $T - T_d$ の関係(レーダーエコー図Cより以前にこれらはしきい値を超えるか、これに近接している[しきい値は $T \cdot A \geq 2 \times 10^{-5} \text{sec}^{-1} \text{°C}$, $T - T_d(850) \leq 3 \text{°C}$]. 他の量[安定度 SSI, $\theta_{e500} - \theta_{e850}$]はずっと前からしきい値 [$SSI < 3$, $\theta_{e500} - \theta_{e850} \geq 0$]を超えているので事前予測量としてはこの場合除外した.)

(大阪管区技術時報 No. 50 1984)

しい。とにかく、私の研究の場合でも、強いエコー(S)の分布とか配列とかをもっと豪雨について調べたかった。

最近の名大水研における研究では、メソスケール γ (2~20 km) の対流雲群は隣合った対流雲同士が交互に消長をくりかえしつつ、メソスケール β (20~200 km) のじょう乱の中で移動していくとのことである。種々の大規模場の中での対流雲群のモデル化にはいろいろ難しいことがあるにせよ、大変興味深い結果であり、一層研

究の進まれることを希望している。

以上は、私の気づいたことなのだが、より大きな場の力学的アプローチとの関わりは大変大切なのは言う迄もない。(第4, 5図参照)

3.3. 雲パターンと大雪関連

静止および軌道気象衛星データ利用についてはいろいろの方法があり、現在では衛星風、台風の発達過程、レーダーとの対応、雲気候統計、海水表面温度の解析等今まで出来なかった多くの材料が提供されている。

私が予報部にいた時、日本海沿岸の冬季季節風時の大雪予報は、例えば輪島の高層データ解析によりかなり予報精度としてもその実をあげていた。また量的予測法（客観的天气翻訳法）についても最近では、数値予報の output を利用して回帰式を用い、気温、降水量等の算出を行うこと（すなわち MOS 手法）が現業としても使われている。もちろん、大規模場では数値予報が素晴らしい進歩を示している。

ただし、キメ細かい予測法に応用することとして、衛星による雲パターン解析と物理構造の研究も長い目で重要と思った。

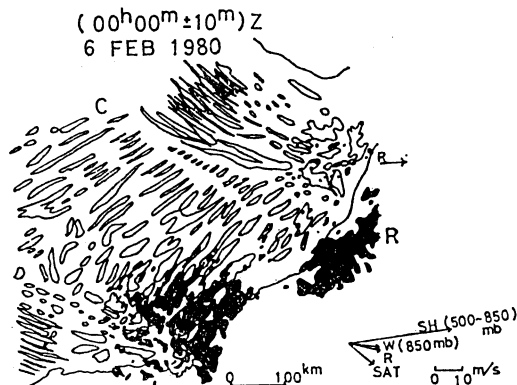
その時、まず気づいたのは、日本海上空で季節風に平行な筋状の雲列の現われるときかなりの雪が降るということである。次にその雲列の縞模様が特別の構造、すなわちその全体構造が逆さのV字型をしている時に注目した。またその時、特に南側に積乱雲のバンドを伴っている場合は、時々警報級の大雪が降るといふことがある。そしてそのV字型パターンの中の雲列はほぼ 850 mb 面主風向に直角のようであった。この主風向に直角という雲列（トランスバーサルな流れ）は例えばジェット流に伴う雲列とか、熱帯地方の積乱雲群の時にも見られたが、雪雲についてはまだ系統的研究がないようであった。

私の解析的研究と同じ頃またはそれ以後、多くの研究が発表された。そしてV字型パターンだけが必然的原因ではなく、これは見かけ上のパターンであり、根本原因は、寒気核がシベリア上空に出現すること、それに伴う日本上空の気流の収束状態、大陸の山脈上を吹く季節風、及び大陸の山脈により励化された進行重力波の影響等、さらに鉛直シアが強まるとき対流雲群も組織化されること等も次第に明らかになってきた。もちろん、私もそれらを考慮して解析した。

私の考えるのに、このような気圧配置の時の日本海上空の気象状態は随分複雑である。今後も詳細な研究の余地があろう。その時、見かけ上のパターンにせよ、一つの定性的な予報モデルとしてV字型パターンも興味あることと思われた。

ただし、予報モデルにせよ、物理モデルによって裏打ちされない以上、予報作業としても、また基本的には学問としても進歩して行かないことは当然である。

そこで、先の雲パターンの物理構造はとと思ってみたが、残念ながらデータに乏しい。データとしては、ふつうレーダーエコー、ゾンデ、沿岸の気象官署のデータし



第6図 北陸沿岸の衛星による雲とレーダーエコーの合成図

(Wは 850 mb 面の風, Rはレーダーエコー進行速度, SATは衛星の雲の進行速度, SHは500~850 mbの鉛直シア:雲の間は実線で囲み,レーダーエコーは塗りつぶしてある.)

(天気 29, 1, 1982)

かないし、沿岸の気象データと言っても微細構造を探るには地点もまばらである。仕方なく、気象官署のデータの時間経過からモデルを推定する他はなかった。

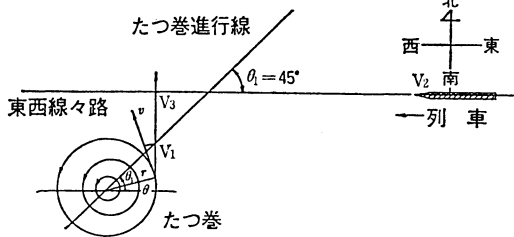
この研究でも対流雲群の発達の研究ということになる。ただし、雪雲は頭が押さえられているので、5,000~6,000 m以下の気層の中の対流活動を調べることになりそうである。それにもかかわらず、北陸の一発雷にもあるように、この下層においては、決してバカに出来ない活動度があると思う。

それにつけても、三次元大気中の気流分布や雲水量の分布がわかると有難いと思う。最近はやりのドップラーレーダーなどで、大雪時の対流雲群の物理構造は探知出来ないだろうか。また、それより先に、理論的にも思考的想定モデルをもう少し考えられないものか。そしてパターンという一種の定性的モデルを、予報作業モデルにもって行けないものか(第6図参照)。

3.4. 竜巻とマイクロバースト関連

昭和52年2月に、こともあろうに、東京都の中を竜巻がかけぬけ、また折悪しく地下鉄が顔を出して、陸上を走っていたのにぶつかり(その確率は数100年に1回という計算だが)、2両脱線転覆し、負傷者も出たという騒ぎが起こった。

これは解析の結果、竜巻低気圧からのダウンバーストにより起こったとされ、シカゴ大学の藤田哲也教授も貴



第7図 竜巻の単純なモデル

(天気 26, 11, 1979)

重なる示唆をくれた。最近ではマイクロバーストの研究も盛んで、航空機の離発着上もマイクロバースト問題は重要な課題という。

この現象につき、事故対策委員に任命された私は、丹念に資料を集め、専門家の意見も聞いた。この時突風と竜巻との論議があった。前者は一方向に吹き、後者は旋回性と定義づけておいた。そして竜巻に関係するといわれるフックエコーらしいものも発見された。そこで、他の方と共に、簡単なシミュレーションを行うことにした(第7図参照)。

つまり、ランキン渦を仮定し、最小限それを規定する渦要素すなわち渦の進行速度、半径、最大風速の大きさをいろいろ加減して、渦の規模を推定する。もちろん、実測の風速の裏打ちもある。そうしたら、進行速度は25~35 km/h、半径は75~100 m、最大風速は70~80 m/sあたりが確からしいことになった。それにより、列車が転覆するか否かを車両工学の方から考えると、10数トンの車両をひっくり返すのに一応説明がついた。

この時、学会での討論では、ランキン渦の実証というだけに過ぎないではないかという質問もあったが、それだけでも列車転覆という事件を説明するにはまずよかったのではないかと思った。

また人は、モデルの想定があまりにもうまく、スカットしすぎているというかも知れない。しかし、一応それで説明できれば、少なくとも第一近似のモデルである。それすらも出来ずに、混迷を重ねるのとどっちがよいのか。

このような時、アメリカならば、事件発生後でも直ちに航空機で調査し、竜巻の通り過ぎたものに違いないという証拠を集めるだろう(例えば藤田哲也氏の suction vortex など)。航空機利用に乏しいわが国でも、何か手をうつ方法は考えられないか。

最近ではドップラーレーダーも用いられるから、その

ような事態に備えて移動用のものをセットしておけばそれに越したことはない。

3.5. 異常気象と気候変動関連

少しスケールが大きくなるが、異常気象が騒がれ出してから、もう十数年経つが、未だに世を風びしている。30年以上に1回起こるのを異常と言うとしても、問題なのは、その異常性……最近では100年、200年に1回という現象が頻発していること……について、国会などですぐ質問されるのは、どうしてそんなに稀な異常現象が頻発するのかということである。答えに窮する質問だが、要するに統計の取り方で、母集団はふつう正規分布にとり、異常性を検定するが、この場合はそれより大分はずれる統計分布になるらしく、それを説明するには大変のようだ。

一般には、異常気象地点をプロットして、目下世界ではコントラストの強い現象(異常高温と低温、異常多雨と少雨など)が隣合っていると行ってまず説明するし、それは極地方の寒気の異常南下(M型循環)によると指摘をする。ここで要望したいのは、異常気象地点と大規模場の間の関係をスケールを決めておいて調べ、異常発生の可能性をできたらもう少し予測できないだろうか。否、少なくともあるスケールにおいて解析をもう一步進める必要はある。

今では、衛星データにより、海水温分布や雲量分布など綿密に監視されているし、力学モデルも着々と開発されている。

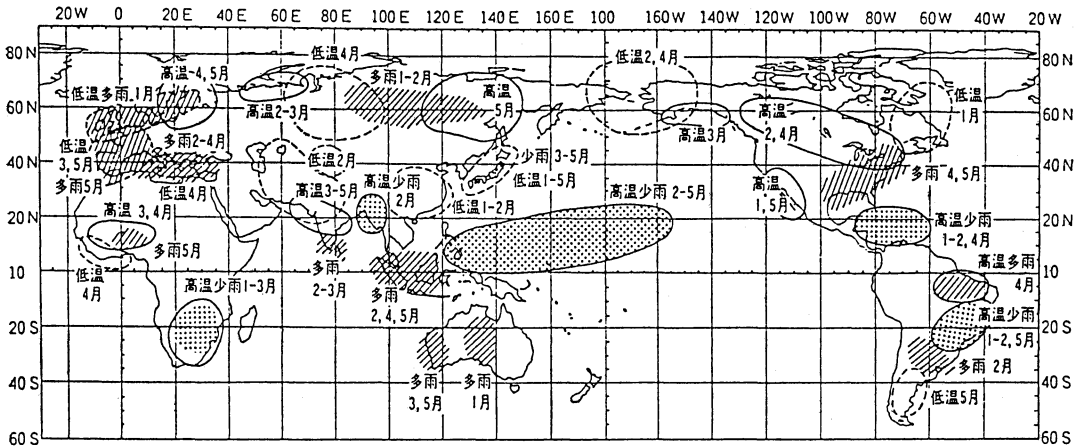
しかし、それにはまだ時間はかかるしそれまでは地道に実況解析や物理性の探求を進める必要はある。さらに、統計学も従来と異なった統計学を精力的に開発して行くべきだろう。私は長期予報の予報官と共に多少の研究もしたが、外からの要望が多いことだけに期待は大変大きい。(第8図参照)

3.6. データ関連

直接の研究ということではないが、基礎準備として重要なことにデータ保管問題がある。日本は残念ながらデータについての感覚が欧米にかなわず、今までこれは比較的個人ベース、個別の機関ベースで進んできた。

しかし、例えばコンピュータの更新にも関係し、データをどう協同利用に供するかということへの関心も徐々に進んできてはいる。

気象衛星のデータ(GMS等)についてはとくに気候値への利用となれば、なおさらであり、私は気象研時代から、最低どれ位のVIS、IRデータを保管すべきか考



第8図 1984年1月から5月までの世界の主な異常天候
(中学科学：東京書籍 No. 283, 1984)

第1表 気温について変化，異常の検出を行う場合の限界値 (田宮) (測候時報 51, 1, 1984)

空間スケール	問題設定	時間要素	空間要素	限界変化幅とその根拠	対応するわが国の気象業務 (担当部局名)
全球 10 ⁴ km	月・季節・年平均気温の5年間平均値の変化の検出 (気候変化)	5年	1,000km	0.1°C? 根拠なし	気候変動対策 (気候変動対策室)
半球	異常天候の監視	月	地点	±2σ 出現確率より決めた, σのは標準偏差	異常天候監視 (長期予報課)
Regional (大陸・大洋) 10 ³ km	異常天候予測 (平年並以外を予測する)	月 旬	北日本等 大予報区	±0.5°C } 生起確率が平均 ±0.8°C } ±20%=0.52σ ±1.0°C } の範囲外	長期予報 (長期予報課)
National (日本) 10 ² ~10 ³ km	異常気象予測	数日	県等		週間予報 (予報課)
Local 10 ¹ ~10 ² km	異常気象予測	日	県・地点		短期予報 (予報課)

えて、上司の指示も受け、考えを提出もした。また一部についてはその案は実行された。

データについてはサービスということが基礎にある。これは日本語に訳しにくい言葉であり、これが本当のサービスを妨げているという批判もある。そしてただサービスだけでなくデータ問題は新研究への基礎でもある。

大阪にいた時、その問題を学会でも討論した。そしてまず、データベースをそれぞれの機関で考えねばならないという意見を交換した。

これには、データベースの在り方、すなわちどんな目的をたてるのか、それに最適なスキームとは何か……と言った具合に、一步一步構築してゆかねばならない。

1988年2月

そして、ある人は、まずタッチする人間を養成し、その人が足でかせがなくては駄目だという。つまり、データベースの必要性をPRし、最小枠を予算化すべく努力しなくてはいけないということである。

アメリカではNCARにデータの神様のような研究者がいる。日本にもこのような人が欲しい。中国の広東で開かれた気候の会議でその人に会い、つくづく日本の研究者層の薄さを嘆いたことがある。

それでも、日本でデータの国際会議(CODATA会議)も行われたので共著の形で私もお手伝いした。GMSデータや、アメダスデータには外人も多大の関心を示した。いずれ、データベースはデジタルライズされたデータ

(MT, フロッピーディスク, 光ディスクその他)が必要だろうが, これにもまず熱意のある専門の人, そして多数の要望の結集ということが大切と思っている。WCRPの実施に伴い, この問題も次第に前進するだろう。(第1表参照)

3.7. 雲物理とメソスケール以下の現象との関連

私の長く研究したテーマは雲物理(エーロゾルや雲核など)であるが, もちろんこれにはこれの研究について感想は多い。最近ではバックグラウンド汚染, 極地方のエーロゾル, 中層大気のエーロゾル問題など興味あるテーマを多くの学者が研究している。ただしそれには余りに多くの感想があるので今回はとりやめて, 気象庁の現場に出てからのテーマにしぼった。

その時, メソスケールや地域スケール解析に, 極めてマイクロ雲物理はどれ位貢献するのかという大問題が現在でも浮かび上がっている。

雷の構造などについては, 私はやはり, 大きなスケールを扱う予報官にも新しい雲物理的マイクロ構造を知ってもらいたいと要望する。

そして集中豪雨のところでも挙げたが, 多くの降水セルがバンド状に配列しつつ相互作用をするときなど, 雲物理的メカニズムも大切なものとして考えてもらいたい。つまり, 例えば, 一つのセルの上部の氷晶が, 上空の風に流されて, 隣のセルの降水開始に寄与したり, 増雨効果をもたらしたり……いろいろのことが指摘されよう。収束帯の中の対流雲群のふるまいは今後の大きな研究テーマでもあろう。

特に雪片, あられなど固体粒子は思わぬ影響をこの雲群の間に与えているかも知れない。日本海のV字型降雪の時に, もう少しこの関係を追求できないかと切に希望している。

それは雲物理の今後一層の発展のためにも, 気象の人工改変までも含め, 大変重要なテーマなのである。

4. その他の補筆

第1章には研究テーマ選択には普遍性, ざん新性, 発展性が大切と記したし, また研究を行うには, 定性・定量化とともに, 全体的位置づけが必要であるとも述べた。

近代科学は極めて実証的だから, もちろん, モデルはデータに合わせて作り, またデータによって検証されなくてはならない。そして, 今まで言ったことと繰り返しになるかもしれないが, 一体自分の研究は何の目的でや

られ, どこで区切りをつけるべきなのかという位置づけを, 出来るだけ今後も考えながら行うべきであろう。大体地球物理現象にはバラツキが多い。この中で, データのある精度範囲内, あるバラツキの範囲内で現象を論ずるにはそれ相当の目的性や位置づけを考えないとよくないだろう。

はじめ少数のデータを得た時には, あるモデルで説明できると自慢していても, 何回も回数を多くするとバラツキがひどく, 何だかわからなくなるのではまずい。

自分が考えようとしているのは, 第一近似的平均モデルなのか, 第二近似的詳細モデルなのか, あるいは変動幅自体なのかよく反省すべきであろう。とくに最近のようにコンピュータで膨大なデータや情報の処理を行うとき, その奴隷となるなど教えられていても, どうしてものめりこんでしまう傾向は否めないかと思う。その時に, 研究の原点に帰ることが大切なのではあるまいか。

また研究の思考を進める方法として, 演えき法と帰納法がある。演えき法ではたとえば先験的に何かテーマをきめて, 枝分かれするように論理を展開する。したがって細分化が行われる。帰納法では多くのデータを積み上げて後験的にある一つのテーマに帰納させる。したがって総合化が行われる。この時, 果して片方だけで発展性のある研究が行われるだろうか。基礎の物理研究でもあるいは同じ問題を抱えているかも知れないが, ある細分化の段階で, 細分化(素過程分析など)とともに, 総合化(系全体の把握などの)も考え, 一体どんな視点からの研究なのかを振り返ることも必要であろう。それは研究の目的性や位置づけを考える上にも大切なことなのである。

いずれにせよ, 研究には限りはないし, またあってもならない。そして時代によって, そのテーマもやり方も異なってくる。今後は私たち古い時代の人の想像もできない問題も出てくるに違いない。またコンピュータライズされた量的処理法も格段と進むであろう。最近では予報技術でも前に述べた格子点値におきかえて計算する技術が益々進んでいるし, 今後とも革命的に進歩するであろう。それにもかかわらず, 上記のことを記したのは, これらのことの中には, 将来とも参考になることがありはしないかと思ったからである。

どうかスケールの大小を問わず, また気象庁・大学・諸研究機関等を問わず, 益々日本の学会の研究活動が発達になり, 真に層の厚い研究が実ることを心より願う次第である。