

## 春季講演会プログラム

会 期 3月23日(金)10時より

会 場 気象庁講堂

### 【研究発表】

(10.00~12.30) 座長 窪田 正八

1. 丸山健人・常岡好枝(気研・予報)：南西諸島上空の風の定常度の年変化
2. 丸山健人(気研・予報)：1967年ライン諸島実験中にみられた対流圏の擾乱
3. 青木 孝(東管)：観測網の密度と発散量

4. 小岩清水：谷川岳一ノ倉沢における降雨と流出
5. 佐藤 正(防衛大・数物教室)：気団と大規模雲系
6. 佐藤 正(防衛大・数物教室)：集中豪雨の予報について

### 【研究発表要旨】

#### 1. 丸山健人・常岡好枝(気研・予報)

##### 南西諸島上空の風の定常度の年変化

1967年7月から、1968年6月までの1年間について、南西諸島上空(1000 mb から 200 mb まで)の風の様子をみるために、スペクトルの垂直断面、個々の地点のスペクトルの特徴などについて、昨年(1972年春季大会)報告したが、今回は同じ期間について、月別に定常度(steadiness)を計算した結果について報告する。

定常度についての一年間の変化をみると、夏は80%以下となるが、秋から春までは偏西風域で高い(90%以上)。夏から冬に向かっては、定常度の高い領域が九州の方の上層から南西諸島の方の下層へとひろがっていくのに対し、冬から夏にかけては、南西諸島上空において定常度の高い領域が、6月頃まで残ることがわかった。また冬季、定常度の低い領域は、浅井(1972年秋季大会)の指摘のとおり、南西諸島上空の下層にかぎられていることがわかった。

#### 2. 丸山健人(気研・予報)

##### 1967年ライン諸島実験中にみられた対流圏の擾乱

1967年2~4月のライン諸島実験のデータをスペクトル解析したところ、対流圏上部の高度場に顕著な4~5日周期の変動のみられることがわかった(1972年秋季大会)。そこで、今回はその垂直方向のひろがりや位相関係、風の場の対応する変動との関係についてしらべてみた。

高度場の4~5日周期の擾乱は、4°Nのファニング上

空 150 mb 付近でピークがもっとも顕著になるので、これを基準にファニングおよび2°Nのクリスマス、6°Nパルミラの三地点について位相関係をしらべてみた。その結果これら三地点は水平距離が数百キロの範囲内にあるが、位相関係は互にかなりことなっていることがわかった。

一方、風のv成分は、ファニング、クリスマス両地点で互に同位相で対流圏下層では高度とともに位相がおくれ、対流圏上層で位相がすすんでいるが、パルミラでは対流圏中層で他の二地点と位相がことなっていることがわかった。

#### 3. 青木 孝(東京管区気象台)

##### 観測網の密度と発散量

1970年と1971年の梅雨末期集中豪雨特別観測の資料を使い、福岡・鹿児島・啓風丸(31.5°N, 128.5°E)のつくる三角形(面積は $2.2 \times 10^4 \text{ km}^2$ )についての発散量を、福岡、鹿児島、啓風丸の観測値から求めた場合(A)と、この3地点に熊本、長崎、福江を加えた6地点の観測値を考慮して求めた場合(B)との比較を、850 mb(36例)、500 mb(41例)、200 mb(34例)の合計111例について行なった。

高さによる特徴の変化は認められず、全体としてみるとAとBとの差が $-1.0 \sim 1.0 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ の範囲にあるものが63%、 $-2.0 \sim 2.0 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ は89%、差の絶対値の平均値 $1.2 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ は、Aによる発散量の絶対値の平均 $2.1 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ に比べて無視できない大きさ

1973年2月

であり、発散量の計算に際し、実測風を使って通常の観測点間の風を直線的に補間すると誤差が大きくなることがかかり多いという結果が得られた。

#### 4. 小岩清水

##### 谷川岳一ノ倉沢における降雨と流出

一ノ倉沢は日本において代表的岩盤構成谷で日本の急峻な河川の中にあっても特に極端な性格を有している点において注目に値する。この谷に注ぐ降雨は最上部稜線標高1900mから湯掛川標高700mまで、標高差1200m、距離3000mを流下するのにわずか25分、しかも雪崩等によって磨かれた岩盤地帯は降雨を土壌の中に獲得する作用がほとんどなく降雨量のほぼ100%が一気に流出してくる激烈な流出形態(鉄砲水)を発現する危険性のきわめて高い河川の代表である。この谷では従来より降雨とそれに伴う鉄砲水の激しさが識られていたが、その実態はあきらかでなかった。これについて1971. 8. 6に弱い降雨、8. 7には雷雨について降雨と流出の状態を比較観測したので報告したい。

#### 5. 佐藤 正(防衛大・数物教室)

##### 気団と大規模雲系

大気中で保存性の強い力学量に注目しそれから気団を定義すると気団は立体的に解析出来る。2気団間には前面帯3つ以上の間には渦巻が存在する。しかし気団の保存性は完全ではないので、そのずれを擾乱と見做すとこれによって例えば大規模な雲分布の特性を説明できる。軸対称の場合を考えると、中心近くで上昇となるような気団内鉛直循環加速の条件は

$$\left\{ \Delta \left( \frac{v^2}{\rho} + fv \right) - \left( \frac{v^2}{\rho} + fv \right) \frac{\Delta \theta}{\theta} \right\} L - g \frac{\Delta \theta}{\theta} H > 0$$

となる。これから気団内鉛直循環はほぼ慣性力によってきまり、湿った気団の空気が低気圧性曲率をもつ渦巻側面で循環加速されることにより雲の渦巻は生ずることになる。だから雲渦巻の発達条件は、(1) 暖かく湿った気団の参加、(2) 渦巻側面における上記上昇加速条件となる。この時気団渦巻系は大きい遠心分離器となり、大規模雲系を生ずることになる。このような立場から気団解析を行ない雲の渦巻その他大規模雲系説明を試みた。

#### 6. 佐藤 正(防衛大・数物教室)

##### 集中豪雨の予報について

集中豪雨の予報は最も困難な問題の1つである。ここでは夏の集中豪雨について、主に総観的立場から予報の問題を考えて見た。すなわち気団解析の結果を集中豪雨の発生発達に応用して見ると、その条件として、(1) 暖かく湿った気団の北端に近い側面において、(2) 上昇運動の維持作用があり、(3) 気団側面端が鉛直潜在不安定になっている、ことが必要なことが判った。この外に、(4) 暖かく乾いた上空気団の存在、(5) 下層噴流の存在、(6) 地形の影響は必要条件ではないが豪雨の発達を助ける。これらのうち、(1) の条件は気団解析を行なえば判るし、(2) の作用は余り強くなくともよい。(3) の条件は既に認められたものである。(4)、(5) の条件はわが国では必ずしも存在しないらしい。(6) の条件は時に非常に強く効く。

以上の条件を気団解析の結果から検討した。

#### [訂正]

Vol. 20 No. 1 の表紙 論文名「富士山レーダーで観測された線状エコーの統計的調査」は「富士山レーダーで観測された線状エコーの統計的調査」の誤りにつき、お詫びして訂正します。

## 【シンポジウムプログラム】

(13.30—16.30) 座長 松野太郎

1. 岡村 存 (気象庁・電計室) : 中間スケールモデル (6 LFLM) について
2. 吉田泰治 (気象庁・電計室) : 中間スケールモデル (6 LFLM) の適用例と問題点
3. 新田 尚 (気象庁・電計室) : メソスケールモデル作成の基本的考え
4. 立平良三 (気象庁・電計室) : レーダーのメソじょう乱解析への利用
5. 二宮浩三 (気研・予報) : メソ解析について
6. 時岡達志 (気研・予報) : フロントの力学(まとめ)

## 中間スケールとメソスケールの波動を対象とした予報モデルをめぐって

窪田 正八

気象庁で使っている数値予報モデルは主として長波を対象としたものである。昭和48年10月1日からはもう少し対象としている現象のスケールを小さくして、1000 km 程度の波長のもも扱えるような新しいモデルの準備を進めている。これまでのテスト的な結果によると雨量の計算値は実況値の1/100 (主として長波を対象とした場合) から1/10 (中間規模じょう乱も含めた場合) へと改善され、雨域の対応も少しはよくなっている。しかし学問的にみると雨量を力学的に推定するということの物理的意味づけ、積雲対流群の集団効果のパラメタリゼーション、プラネタリー境界層の取扱い、側面境界の取扱い、より小さいスケールのじょう乱も含めた initialization の方法など問題が多い。

一方、更に将来をめざして、メソスケールの解析・予報についても、ぼつぼつ考え出したというところである。2~5年のうちに何らかの形の力学モデルが現業にくみいられれば大成功だと思ふ。現在、一番問題なのはメソスケールの現象が存在の確かからしさにかかわらず、その理論あるいは物理的内容が必ずしも明確でないということである。したがって先づ、現在既知の知識でどこまでシミュレートできるかを検討する必要がある。更に、メソ・スケールの現象に対しては初期値の与え方が致命的に重要になってくると思ふ。その意味でメソ・スケールのじょう乱をとらえるのに必要な観測網を

どうしたらよいかも問題になっている。

ここに、標題のシンポジウム形式の講演会を企画したのは、これらのモデルが今後気象界全体のものとなり、広い場の中で健全な成長を遂げていくことを念願したからに他ならない。

## 1. 岡村 存 (気象庁・電計室)

## 中間スケールモデル (6 LFLM) について

このモデルは、中間スケール程度のじょう乱を予報する目的で作られた。予報領域は日本を中心とした4900×4300 km の範囲で、格子間隔は152.4 km とした。鉛直座標としてP系を用い、風速と高度はそれぞれ、950, 850, 750, 650, 500, 300 mb の6層とし、温度と比湿はそれらの中間に設定した。また、上層の境界条件は200 mb で  $\omega=0$  とした。計算方式はプリミティブ方式でエネルギー保存スキームを採用した。

横の境界値は予め広領域 (8800×6400 km) の準地衡風モデルによって求められた値に接続するよう時間と共に変わるようにした。

初期値の風速は非発散成分はバランス方程式から求め、非回転成分は準地衡風モデルの  $\omega$  から求めたものを用いた。

このモデルに組み込まれたおもな物理過程は海面からの顕熱および水蒸気の補給、対流調整方式および地面摩擦などである。

## 2. 吉田泰治 (気象庁・電計室)

## 中間スケールモデル (6 LMLF) の適用例と問題点

上記のモデルを実際の大気に適用した事例について紹介し、フィルタモデルとの比較や、テストの間に得られた二三の問題点についてのべたい。

(i) 初期の風速分布を地衡風としたとき、バランス風を採用した場合の比較についてのべる。特に高度と風との相互調節の影響について検討したい。水蒸気の初期値は降水量の予報に影響する。これは導入される対流モデルとは無関係ではないであろう。中間規模の程度の現象を正しく予報するには、高度、風、水蒸気の初期の分布をどうすればよいかは今後の問題になるであろう。

(ii) 狭い範囲の予報をするために側面の条件を適当に設定する必要があるが、これが予報結果とは無関係でないようである。

(iii) 物理過程は、現在のところ簡単なものしか扱っていない。これをより精密にすることによりどのように改良されるかは今後の問題として残されている。

### 3. 新田 尚 (気象庁・電計室)

#### メソスケールモデル作成の基本的考え

主として中規模じょう乱を対象とした数値予報のモデル (以下メソスケールモデルと略称) を作成するとした場合の、物理的な問題点を考えてみたい。初期値として充分信頼しうる解析が可能かという問題は非常に重要ではあるが、ここでは一応その問題は解決しているとして話をすすめる。

中規模じょう乱の水平スケールを 100 km、鉛直スケールを 10 km、時間スケールを 1 時間とすると、先づモデルの幾何学的な条件はきまってくる。すなわち、水平の格子間隔 20~30 km ぐらい、鉛直の層の数は (下層で密にして) 20~25 層ぐらいという所で、領域の広さも電子計算機の能力から日本列島とその周辺部を含む程度となる。

支配方程式系は、静力学近似のプリミティブ方程式モデルの支配方程式系が妥当だと考える。ここで取り上げたスケールでは、個々の積雲対流そのものは対象としないことがはっきりしているので、当面この線でいくのがよいのではないかと思う。

しかし、中規模じょう乱にとって積雲対流群の集団効果は何よりも不可欠の要素だと考えられるので、この効果をどう取り入れるかはこのモデルの成否を左右すると思う。積雲対流群による凝結熱の放出、顕・潜熱及び運動量の鉛直輸送のパラメタリゼーションの方法の研究と歩調をあわせながら考慮していきたい。当面のテストでは対流調節の方法を用いる予定である。また、プラネタリー境界層の取り扱いも同様に重要な要素となるだろう。さし当りは bulk 的 (black box 的) な考えでよいのではないか。地形の影響も大切で、特に数値計算上のトラブルをなくして強い地形効果が表現できるか、かなりむづかしい問題だという気がする。

中規模現象の実体について、理論的にも解析的にも多くの未知な問題がある。上の考えは、新しい知見と共に常に修正されるべきであるのはいう迄もないことであるが、現実的な手法としては既知の知識でどこまで中規模現象をシミュレートできるかをみていくべきだと考える。

ここで述べたことは試論にすぎず、また、昨年暮の気象研究所、電計室の何人かの人々による非公式な話し合

のときの意見に負っている点が多い。メソスケールモデルはかなり実験的な性格を帯びているが、この新しい試みに flexible な、そしてのびのびとした気持でとりくんでいきたいと願っている。

### 4. 立平良三 (気象庁・電計室)

#### レーダーのメソ擾乱解析への利用

降雨現象がメソスケールに組織化されていることはよく知られており、メソ擾乱の解明は降雨予報に必須のことである。しかしメソ擾乱の解析にはデータ不足の問題が常につきまわっている。

気象レーダーは降水粒子の分布やその運動の把握を通じて、降水を伴うメソ擾乱の解析に有力な資料を与えてくれる。

ここでは、気象レーダーをメソ擾乱解析にどのように利用できるかを実例をあげて紹介し、またさらにその利用度を高めるためにはどのような問題を解決しなければならないかを述べる。

### 5. 二宮洸三 (気研・予報)

#### メソ擾乱の客観解析のころころみ

従来メソ解析というと、おそろしく主観的なものだという先入観があったように思われる。

現在でもメソ解析では、必要な時間や空間のフィルタ操作などによって、できるだけ客観的な解析が行なわれているが、この方向にそったいっそうの努力が必要である。

この2~3年の間に、この種のころころみは各所ではじめられている。この報告では、メソ解析の客観化の例を紹介し、その問題、不備な点などに試論を加えてみたい。

### 6. 時岡達志 (気研・予報)

#### フロントの力学 (まとめ)

フロントに伴なって天気は大きく変わり、又新たにそこに低気圧が発生することもあり、フロントを適確に予報することは一つの重要な課題である。(明瞭な) フロントの形成には、運動が3次元的である点が重要であることはよく知られている。従って、数値モデルで予報する点から言えば、上昇流が適切に表現されれば (強さ・位置)、予報は大幅に改善されてくる。フロントの形成とか発達については、これまでに色々な人によって研究されているが、ここではこれらの結果を整理してみた。