

## 第II輯 第57巻 第4号 1979年8月

守田 治：エクマン流の不安定性 I. 室内実験

近藤洋輝・新田 尚：山岳を考慮した気象場のイニシャルゼーションのケース・スタディ

新田 尚・山岸米二郎・岡村 存：6層アジア地区ファイン・メッシュ数値予報モデルのルーチン  
予報成績と問題点

P.S. Sehra：南極大陸の成層圏循環

榎原 均：対流不安定な気団内の山脈の風上側における積雲の発達

## ノート

榎原 均：凝結過程を大きな時間増分で安定に計算するスキーム

T. Chiyu：1976-77年の北東季節風期におけるマライ半島の下層風解析の序報

S. Subbaramayya・藤原滋水：西部北太平洋における台風内の地上最大風速と中心気圧との関係

武田喬男・長屋勝博・岩坂泰信：ライダーによる上部対流圏の微粒子の観測

A. Sundararajan：海上における convective プラネタリー境界層についての相似関数  $C$  および  $D$  に  
対するコメント

石島 英：A. Sundararajan 氏のコメントに対する解答

## エクマン流の不安定性 I. 室内実験

守田 治 (九州大学理学部物理学教室)

回転水槽と剛体蓋とを異なる角速度で回転させることにより、収束（もしくは発散）エクマン流をつくり、その安定性について室内実験により調べた。

結果は次のように要約される。収束エクマン流には、A類、B類の波とは異なる特徴を持つ不安定波が存在する。不安定波は極めて低いレイノルズ数（1.5程度）の流れで不安定化し、かつ鉛直方向に流体層全層にわたって拡がる。これらの特徴は、Arons等（1961）により見つけられた不安定波と類似している。

## 山岳を考慮した気象場のイニシャルゼーションのケース・スタディ

近藤洋輝 (気象大学校)

新田 尚 (気象庁電子計算室)

ヒマラヤの山岳地形を考慮したイニシャルゼーションによる予報実験を行なった。イニシャルゼーションについては、大規模な大気運動は準水平的で、大きな山岳に関しては、乗り越える成分よりも迂回する成分の方が卓越するという考え方に依った。そこでまず、対流圏下層の等圧面大気図上に、山岳による「破れ」を作った。次

に、風が地衡風的に見て、ヒマラヤの山岳をまわるようにする為に、高度場を、上記の「破れ」によって生ずる等圧面の内部境界になるべく沿うよう主観的手法で修正した。その際、「円柱をまわる順圧発散流の数値シミュレーション」（近藤，1978）の結果を参照した。山岳の上空の風は非発散流と仮定し、上記の内部境界上では流線関数は一定であるとして、バランス方程式を解いて流線関数を求め非発散風の初期値を導出した。

このようにして求めた初期条件から出発して、二つの場合について48時間予報を行なった。気象庁ルーチン・モデルである北半球4層プリミティブ・モデル（4L-NHM-2）では、予報の段階で初めて山岳（過度に平滑化されたもの）を導入している。それと同じ山岳の分布を用いた場合を Experiment 1 とし、より現実的な山岳の分布を用いた場合を Experiment 2 として、それぞれの予報結果を、4L-NHM-2 の予報結果と比較した。初期値のデータは、4L-NHM-2 がヒマラヤの山岳風下側で人工的な昇温という予報誤差をもたらした典型的な初期場の例として、1978年2月6日12Zのものを用いた。

今回の結果では、より現実的な山岳を導入した Experiment 2 の場合が、観測された場に最もよく対応し、Experiment 1 の場合が次によく、4-NHM-2 は最もよ

くなかった。特に Experiment 2 では、改善の効果は日本列島南岸付近にもおよんでいる点は注目に値する。

今後の課題としては、初期場の修正に客観的手法を導入して、ここで論じた考えをもっと一般化し、その上で例数を増やすことが必要である。

## 6層アジア地区ファイン・メッシュ数値予報モデルのルーチン予報成績と問題点

新田 尚, 山岸米二郎 (気象庁電子計算室)

岡村 存 (気象研究所)\*

気象庁のルーチン・モデルのひとつである6層アジア地区ファイン・メッシュ・プリミティブ・モデル(以下6L-FLMと略す。格子間隔の基準値=152.4 km)の5年半にわたるルーチン予報成績を、現業への利用および今後のモデル改良の両面から評価・検討し、その改善すべき点を調べた。

最初にモデルの計算スキームと物理過程について説明し、次にいくつかの実例に基づいてモデルの評価を行なった。その結果から、今後改良すべき問題点を取り出して検討した。

結論として、このモデルはかなりの精度で総観規模の現象を予測しているが、中間規模以下の運動の予測に関しては、潜在能力を示唆しているものの明確な予測はできず、今後の問題点となっていることがわかった。

モデルの差分式と側面境界条件・底面境界条件は、岡村(1975)が提案したスキーム(原理的には荒川スキーム1966)を用いている。6L-FLMは、より広範囲の6層準地衡風近似モデル(以下6L-QGMと略す。格子間隔の基準値=304.8 km)の内に埋め込まれ、6L-FLMの側面境界条件は6L-QGMより得ている。

物理過程としては、

- (1) 境界層での鉛直渦拡散効果
- (2) 対流活動の集団効果
- (3) 水蒸気の凝結
- (4) 水平の渦拡散効果

の各パラメタリゼーションが導入されている。大規模な山岳の力学的効果も取り入れられているが、地形は最高高度を500 mにおさえるという非常に制限されたかたちでしか取り入れられていない。放射効果は全然考慮されていない。イニシャルゼーションとしては、バランス方程式から得られる非発散風成分と、準地衡風近似の $\omega$ -方程式から得られる発散風成分を合成して初期の場とす

る方式を用いている。

この論文で述べたモデルの性能評価は、以下のように要約される。

(1) 24時間高度変化の相関係数は、年間を通じて500 mb高度、地上気圧ともほぼ0.7~0.9である。しかし、夏季には0.7以下に下がる。

(2) 総観規模の高・低気圧の予測は大体満足すべきものである。しかし、急激に発達する低気圧の発達量の予測は不十分である。また、低緯度では低気圧の予測はよくない。

(3) 前線上に発生する小規模低気圧、いわゆる中間規模じょう乱の予測は、降水量や鉛直速度の場に、その存在が示唆されることが多い。しかし、気圧パターンには明確な形では表現されない。

(4) 冬期の寒気の吹出しに伴う日本海からの顕熱・水蒸気(潜熱)の補給量は、これまでの解析値に比してはほぼ妥当である。日本海側での面積平均した予測降水量は、実測値に比して量的にははるかに少ない。しかし、日々の変化傾向は定性的によく予測されている。

(5) 暖候期の降水予測の結果を統計的に調べた。降水予測の精度は、春秋よりも夏に悪い。暖候期の平均でみると、モデルが降水を予測した時には、実際に降水が観測される割合はおよそ70%である。しかし一方、実際に観測される降水のおよそ50%は、モデルでは予測され得ていない。

(6) 天気予報への利用の試みとして、予測水蒸気場から大規模な雲分布パターンを推定するテストを行なっている。計算された雲分布パターンは、大規模な前線系や低気圧に伴う分布をよく表現している。

(7) モデルの気温場の予測はよいが、地上気圧場の予測値が主として夏など日本列島が亜熱帯高気圧におおわれた時、異常に高くなることがある。その原因は側面境界条件によるものと思われる。

6L-FLMについては、今後以下の点の改良が重要である。

- (1) 側面境界条件の方式の改良
- (2) より現実に近い大規模山岳系の導入
- (3) より小さいスケールの現象の予測および低緯度の予測を改善するために、分解能の改善および境界層・対流集団効果のパラメタリゼーションの改良
- (4) 山岳の存在を考慮したイニシャルゼーションの導入

\* 現在 札幌管区気象台

## 南極大陸の成層圏循環

P.S. Sehra

(インド宇宙研究機関遠隔測定局気象部)

南極大陸上の高層風が地表から約 80 km まで調べてある。資料は Molodzhnaya で1972年に測定した約52個の M-100 気象ロケット観測から得たものが使われている。南極の夏は高さと共に増加するがさして強くない東風、南極の冬は約 90 m/s のジェット速度に達する強い西風が特徴であった。秋期の東風から西風への変換は、成層圏では2月の第1週に、対流圏では2月の終わりに起きた。西風から東風への春の転換は、成層圏では9月の第3週に現われた。この転換は、上部層で始まりついで下層へゆらぎながら伝播した。夏から冬への移行は割合に急だが、冬から夏への移行は緩やかで徐々に行なわれた。冬と初春では、風の大きなじょう乱が特徴的であった。上部中間圏の東風はだいたい8~9ヶ月間卓越した。

## 対流不安定な気団内の山脈の風上側における積雲の発達

榊原 均 (気象研究所)

1974年8月29日から30日にかけて九州で起きた強い地形性降雨を、気象衛星、レーダ、雨量計、それにラジオゾンデの資料を使って解析し、対流不安定な気団内の山脈の風上側における積雲の発達過程を調べた。この強い降雨は、対流不安定な亜熱帯性の空気が標高1000~1500 m の山脈を横切って流れる状況下で起きている。大規模じょう乱(台風と前線系)は解析領域から離れていたもので、それらの鉛直運動の強い降雨への影響は小さかったと考えられる。

積雲対流は、海岸線から約 150 km 沖合から発達し始めた。降水量は山脈の風上側斜面上で最大であった。降水量分布は山脈の小規模な地形を反映していた。24時間

降水量は、海岸近くの孤立した山 (~1,400 m) の風下側のふもとで最大 (~170 mm) であった。ラジオゾンデの資料によれば、山脈の風上側斜面上に背の低い対流雲の層があったことが示唆される。しかしながら、雨量計とレーダの資料によればこの降雨ははっきりした対流性降雨で、最も強い降雨は地形上昇によって起きた背の高い (~8 km) 対流性の雲から主として降っていた。

## 凝結過程を大きな時間増分で安定に計算するスキーム

榊原 均 (気象研究所)

過飽和度の方程式が非常に小さな時定数 (~1秒(大陸性雲), ~10秒(海洋性雲))を持つため、これを含む凝結過程の方程式系を、10秒程度の時間増分で計算される積雲の数値実験にそのまま組み入れることは困難だった。そこで、10秒程度の時間増分内では過飽和度方程式の係数の変化が小さいことを利用して時間増分内の過飽和度は解析的に求め、他の変数は通常の差分近似で求めるスキームを開発した。単純化した条件下のテストでは、時間増分として20秒を使っても充分満足できる結果が得られた。解析解を得るために行なった近似の性質も議論した。

## 西部北太平洋における台風内の地上最大風速と中心気圧との関係

S. Subbaramayya (アンドラ大学, インド)

藤原滋水 (気象研究所)

1974~78年の期間中に、西部北太平洋上の台風域内で観測された飛行機データを用いて、台風内の地上最大風速と、中心気圧差との間の経験式を最小自乗法で求めた。地上最大風速は中心気圧差 ( $\Delta p$ )、および  $\sqrt{\Delta p}$  のいずれについても比例関係として、近似的に表現できることがわかった。