

## 月例会「大気大循環と長期予報」の報告

1994年9月22日に標記の月例会が気象庁第一会議室で行われた。テーマは「ブロッキング現象」で7人の方が講演した。

まず、木本氏がブロッキング現象の理論的研究のレビューを行い、次に金久氏がモドンの概念を用いたブロッキング現象の物理的な考察を行った。

後半では具体的な事例解析が発表された。前田氏は等温位面天気図を用いたブロッキングの解析と予報について、千葉氏は成層圏の突然昇温と対流圏のブロッキングとの関連について述べた。佐藤氏はポテンシャル関数を用いたブロッキング渦解析について、高野氏は1994年7月の事例を紹介した。

今回の講演は例年並の40人程度の方が聴講に訪れてくれた。難解な面はあってもブロッキング現象は古くて新しい問題であり、広く興味を持たれていることが感じられた。

なお、佐藤氏には座長も兼ねていただき、また東大の中村尚氏にも座長を勤めていただいた。講演者と座長の方々に感謝する。

以下に各講演の要旨を掲載する。より詳細な内容はL. F. グループ発行の「グロースベッター」第33巻第2号(1995年3月発行)に掲載する予定である。興味のある方は気象庁長期予報課内L. F. グループ事務局まで問い合わせ願いたい。

(気象庁長期予報課 磯部英彦)

### (講演要旨)

#### 1. ブロッキングの局所非線形共鳴理論(レビュー)

木本 昌秀(東大・気候システム研)

ブロッキング現象は古くから知られており、力学のみでほぼ説明されると目されているが、いまだに満足な理解の得られていない大気現象の一つである。1940年代以来さまざまな角度からの理論的試行が行われてきた。それらすべてを網羅することはできないので、ここでは1980年代に発展を遂げ、発表者が最も見込みのあると信ずる局所非線形共鳴理論に焦点をあてて、レビューを行う。この理論はモドンやソリトンな

ど非線形定常解をブロッキングのモデルと考え、それに重なった総観規模擾乱からのフィードバック等も考慮に入れるものである。ここでは木本(1993, 気象研究ノート)に基づいて大まかな理論の枠組みを説明し、さらに現実への適用にあたっての問題点をまとめ、他の方々の個別発表の意義を理解しやすくする手助けをしたい。

#### 2. モドンのお話

金久 博忠(気象研究所)

モドンは渦位方程式の定常解あるいは並進解の一つです。並進解はこれと共に移動する座標系に移れば定常解になりますから、定常解のみを考えます。またここでは(等価)順圧モデルのみを考えます。

定常解に対しては渦位 $q$ は流線関数 $\phi$ の関数になります。即ち、 $q=F(\phi)$ 。全領域でこの関数 $F(\phi)$ が同一であれば、解は全領域に広がった波動になります。この解はロスビー波と呼ばれています。

全領域を閉じた境界線 $C$ で内部領域と外部領域に分けます。領域毎に異なった関数 $F(\phi)$ を指定し、境界線 $C$ 上で流線関数 $\phi$ を滑らかに繋ぎ合わせた解を作ります。各関数形 $F(\phi)$ をうまく選べば、内部領域に顕著に波動の存在する解を作ることができます。この解はモドンと呼ばれています。

流線関数 $\phi$ は境界線 $C$ 上で滑らかに繋がるという境界条件を満たす必要があります。この境界条件の故に、関数形 $F(\phi)$ を任意に選ぶ事はできません。関数形 $F(\phi)$ は基本場 $\psi$ の形や境界線 $C$ の形に依存します。

基本場 $\psi$ が一樣帯状流、境界線 $C$ が円形、内外の関数形 $F(\phi)$ が共に線形の時には、解析解が存在します。この解はプロトタイプのモドンと呼ばれています。

関数形 $F(\phi)$ と基本場 $\psi$ の形と境界線 $C$ の形の間関係を一般的に解析的に調べるのは極めて困難です。しかしプロトタイプからのずれがわずかな場合は近似計算を行う事ができます。

即ち、基本場 $\psi$ のシアが小さく、境界線 $C$ が円形に近く、関数 $F(\phi)$ の非線形項が小さい場合の、基本場 $\psi$ と境界線 $C$ と関数 $F(\phi)$ の関係を調べる事ができます。結果は以下の様になります。

基本場  $\Psi$  が一様帯状流で、境界線 C が楕円形の場合には関数  $F(\phi)$  は 3 次の非線形関数となります。境界線 C が東西に伸びている時と、南北に伸びている時では、3 次の項の係数の付号が異なります。

境界線 C が円形で、基本場  $\Psi$  が線形型シアを持つ場合には関数  $F(\phi)$  は 2 次の非線形関数となります。一方、基本場  $\Psi$  が放物型シアを持つ場合には関数  $F(\phi)$  は 3 次の非線形関数となります。

### 3. ブロッキングの事例解析 (1989年 2月)

前田 修平 (気象庁長期予報課)

長期予報にとって重要な現象であるブロッキング高気圧について、客観解析データとアンサンブル数値 1 か月予報の結果を用いて詳細な事例解析をする。

調査の焦点は、以下のようである。

①客観解析データより、ブロッキング高気圧の構造、発生・維持・衰弱の過程を、3 次元的に調べる。

- ・等価順圧な構造をしているのか？
- ・Q-PSI 関係はどうか？
- ・総観規模擾乱の影響は？
- ・成層圏との関係は？

②アンサンブル予報結果より、ブロッキング高気圧の予報可能性について調べる。

・①で調べたことは予報結果ではどうなっているか？

- ・確率的にブロッキング高気圧を予報できるか？

### 4. ポテンシャル関数を用いたブロッキング渦解析の試み

佐藤 康雄 (気象研究所)

プラネタリー波の伝播の診断によく使われる“Squared Refractive Index” (Matsuno, 1970) に負符号を乗じた関数が鉛直子午断面内での局所定常解の Trapping Potential 関数としても考えられる事が、Malanotte-Rizzoli and Hancock (1987), Butchart *et al.* (1989) などによって示されている。

ここでは、1978年12月から1979年 3月31日まで10 hPa から 1000 hPa までの15層の FGGEIIIb データの日々の値を用いて、この期間のブロッキングの形成過程を、特に鉛直子午断面内の双極子の形成として捉え、それらと鉛直子午断面内の Potential 関数の変化との関係を調べた初歩的な解析を報告する。それがどの程

度、ブロッキング渦の診断に有効かは、今の所、判定できない。

### 5. 成層圏突然昇温とブロッキング

小寺 邦彦・千葉 長 (気象研究所)

成層圏突然昇温に対し一般に広く持たれているイメージは、対流圏でブロッキングが発生し、プラネタリー波の増幅が起き、それが成層圏に伝播してゆき、突然昇温を引き起こす。そして、対流圏でのブロッキングが解消するにつれ、成層圏突然昇温も終焉を迎えるというものであろう。

成層圏突然昇温の発現については過去様々な研究・議論がなされてきたが、突然昇温の発現から終焉にかけて、そしてそれに伴う対流圏の変化については、ほとんど議論されていない。例えば、突然昇温の後、ブロッキングが発生するという報告もあるが、それがどのように突然昇温と関連しているのかについての詳しい議論はなされていない。

ここでは、特に1984/85年に起きた非常に大規模な突然昇温を例に取り、昇温に伴い、対流圏でブロッキングがどのように発生していったかを調べる。また、大循環モデルを用いた実験の結果と比較し、その機構について考察する。

### 6. 1994年 7月の事例解析

高野 清治 (気象庁長期予報課)

1994年の日本の夏は7月を中心に猛暑となったが、ヨーロッパ中部から東部でも同様に記録的な高温となった。日本の異常高温については平年より強いチベット高気圧に関連していると見られる日本付近のバロトロピックな高気圧性循環が一因と考えられ、ヨーロッパの異常高温については、ほぼ月を通して上空にブロッキング高気圧が停滞したことが原因と見られる。

1979年の FGGE 以来、全球解析値が蓄積されてきた結果、全球循環について即時的に定量的な解析を行うことが可能となってきた。今年7月について温位や渦位、EP フラックスなどの要素を用いて診断を行ったところ、偏西風帯のブロッキング現象やアジア・モンスーン循環において、いくつか特徴的な分布が見られたので報告する。