

月例会「長期予報と大気大循環」の報告

はじめに

1990年10月1日に気象庁東京管区気象台会議室で、標記月例会が行われたので、その概要を報告する。この月例会は、長期予報研究誌「グロースペッター」を発行している L.F. グループが事務局となって、毎年1回開催しているものである。

ここ数年、毎回テーマを決めて月例会を実施してきたが、今回は特にテーマを設けなかった。前半に大気自身の原因による変動についての講演を3題、後半に海面水温や雪氷の年々変動と大気大循環の関連に関する講演を2題予定していたが、最後の岩崎彦彦氏による「ユーラシアと北米大陸における多雪年に対する海面水温変動の関連について」は、講演者の急用のため中止になった。

はじめに木本氏が、新しい解析手法によって、熱帯の30~60日振動とはほぼ独立に、中緯度大気自身に40日周期変動があることを示した。他にも、長期予報の担当者が経験的にありそうだと感じている周期的変動が、見事に客観的に抽出されていた。面白い研究で、質問も多くあった。従来から指摘されている熱帯の30~60日振動に伴う中緯度大気のコヒーレントな変動や、積雲対流活動の30~60日振動にみられる定在波成分の存在などにも、新たな視点を与えるものと思われる。

次の伊藤氏の講演は、熱帯の積雲対流活動の季節内変動によって引き起こされる、熱帯と中緯度の相互作用の話である。熱帯の内部熱源の影響が中・高緯度まで伝わるためには、基本場に鉛直シアが必要なのが線形論からいわれているが、それよりも中緯度の傾圧不安定波の役割のほうが重要であることを示唆していた。実際に、大気大循環モデルによって非定常擾乱の役割の重要性を指摘した研究もある。残念ながら研究がまだ途中で、確定的な結論は示されなかったが、非線形論によって熱帯・中緯度間相互作用のメカニズムを明らかにすることが目的とされている。このうち特に興味深かったのは、モデルに現実の地形を入れて熱帯の熱源を季節内変動させると、地中海からインド洋に伝わる波動が得られることである。現実の大気にこのような地中海ルートの波動伝播が存在することは、解析的研究からも示唆されており、中緯度の変動が熱帯の季節内変動に影響を及ぼすメカニズムの一つと考えられる。モデルでは、この波

動の形成にはロッキー山脈が効いているらしいという。

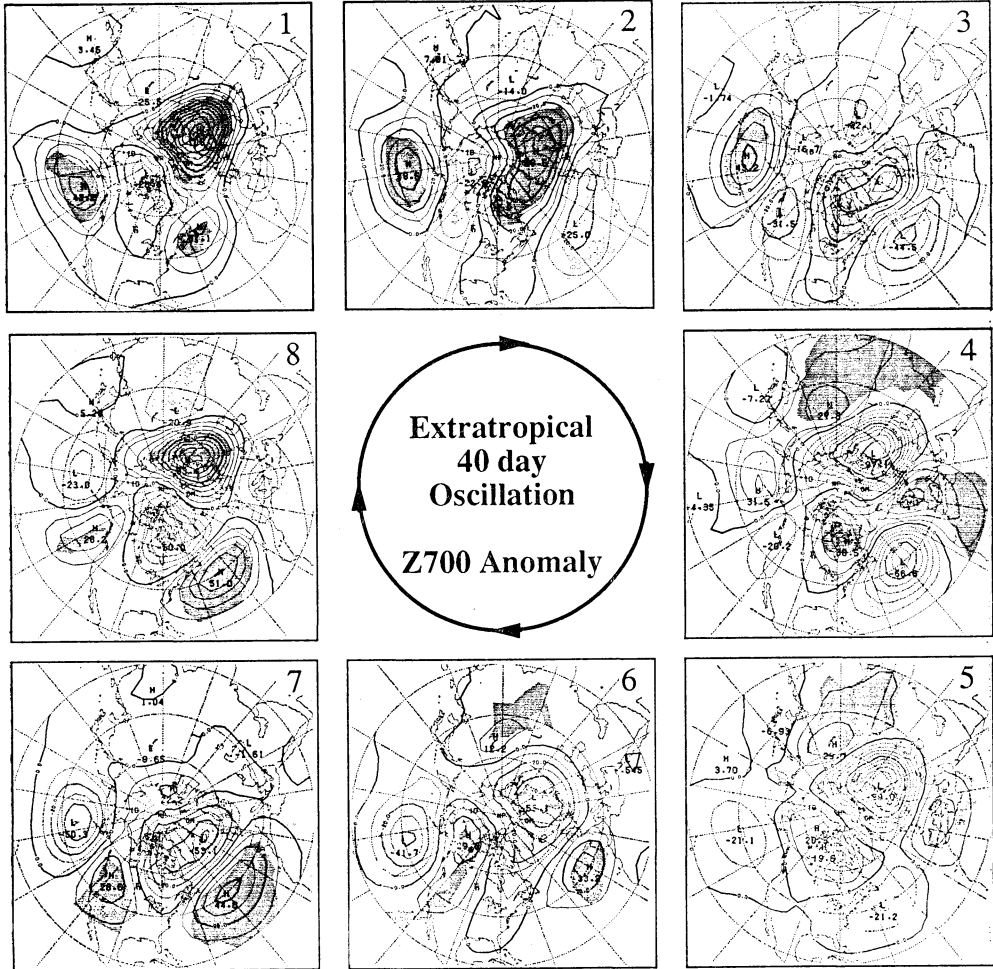
3番目の佐藤氏の講演は、大気大循環モデルによる長時間積分の結果の解析から、中緯度大気の高周波変動の成因を明らかにしようとするものである。この種の研究は過去にいくつかなされているが、ここ数年中緯度大気の高周波変動の理論的研究がかなり進展してきているので、このような成果を踏まえて、最新のモデルで新たな積分・解析を行うことは、大いに意味のあることであろう。例えばブロッキングについては、北半球規模というより、もっと局所的な力学過程の重要性を示唆する結果が得られており、今後の成果が期待される。なお、中緯度の変動の要因として局所的な偏西風ジェットの前線不安定が考えられる、との講演者の推測に対しては、長時間平均によって得られた基本場に線形不安定モードが存在することは、現れやすい循環パターンが複数存在することの反映であり、基本場自身を説明し得ない線形論は説明としては不十分である、とのコメントが会場からあった。

気象研究所の鬼頭氏は、1970~1989年の観測された海面水温を与えて大気大循環モデルを長時間積分し、その結果の解析から、ENSOに関連したインド洋から中部太平洋まで1年半かけて東進するシグナルの存在や、西部熱帯太平洋の海面水温と関係の深い10年スケールの変動の存在など、興味深い研究成果を既に発表している。講演では、インド/オーストラリア・モンスーンの年々変動と海面水温の関係についての解析結果が紹介された。これによれば、インドモンスーンの降水量とインド洋の海面水温との関係を指摘する研究もあるが、モデルでは両方のモンスーンとも周辺海域の海面水温の変動との関連は希薄であるという。インドモンスーンの降水量が、遠く離れた西部熱帯太平洋の海面水温と関係が深いという結果は、インドモンスーンとENSOの関連の理解に寄与するものであろう。

なお、各講演の詳しい内容は、1992年3月発行の「グロースペッター」第30巻第2号に掲載されていますので、関心をお持ちの方は気象庁長期予報課までお問い合わせ下さい。

(気象庁長期予報課

現 数値予報課・露木 義)



第1図 北半球中緯度の40日振動に伴う700 mb高度偏差の合成図。一周期約40日を8つのカテゴリに分け、時計廻りに並べている。等値線は10 m毎。濃い陰影及び薄い陰影はそれぞれ正及び負の偏差域のうち片側t検定により99%の信頼度で有意と判定された領域を示す。

1. 中緯度大気の40日振動

木本昌秀 (気象庁数値予報課)

1940年代より Index Cycle 等の名で中緯度大気に季節内振動モードがあることが示唆されてきたが、シグナルが弱いためその実体は永く明らかにされなかった。

この研究では noisy な多変量時系列データから周期的

モードを取り出す解析法として、Multichannel Singular Spectrum Analysis (M-SSA) を提案する。これは時間差を考慮した主成分解析であり、地点毎のパワースペクトルに明らかなピークが認められない弱い振動も、空間的なコヒーレンスを考慮することによって同定を可能とする。

41年間の700 mb高度データにM-SSAを適用した結果、①4か月、②40日、及び③25日程度の周期をもつ3つの振動モードが同定できた。①は未知、③は Branstator* と Kushnir* によって1987年に発見されたものである。Ghil と Mo (1991)* は Single-channel の

* Journal of Atmospheric Sciences

SSA で②と③を同定している。

この研究では、M-SSA で得られるモードの時間係数に準拠して各種データを合成することによって、②の40日振動（以下 NH 40）の空間構造を記述する。第1図は700 mb 高度偏差の合成図である。北米上のPNA型、及びユーラシア大陸上の波列が交互に強まりまた位相を反転させる。同時に北大西洋上での偏差中心の西進（retrogression）もこのモードを特徴づける。東アジア及び北太平洋中部での寒気吹き出しもこのモードに伴う強弱を示す。

熱帯では Madden-Julian 振動 (MJO) に特徴的なインド洋から西太平洋への対流活動の東進は伴わず、西及び中央太平洋の間の定在波の様相を示す。緯度の関数としての角運動量又は帯状平均東西風の変動を調べると、南北両半球で対称的な極方向への伝播を伴う MJO と、北半球 30°N 以北で赤道向きの伝播を伴う NH 40 の間に顕著な差異が認められた。この他、パワースペクトルのピークが MJO で約50日に対し NH 40 で40日、両者の時間差相関の最大値がわずかに0.2等、両振動の力学的 origin の独立性を示唆する結果は多い。但し、MJO の活動度は NH 40 の存在する北半球冬季に最大となり、両者が互いに強め合うように干渉している可能性はある。中緯度 PNA 型パターンは MJO に伴う対流活動域が中央太平洋まで西進するとき、また、インド洋西部での対流は北大西洋上へ偏差中心が西進したときに伴うことの多い、地中海からアラビア半島にかけての波列に影響されて強まる傾向があるように見える。

中緯度の力学過程のみで観測された振動を起こす可能性の一つとして、大規模山塊を「越える」流れと「回る」流れの間のパシレーションを示唆した。現実的な地形を含む T 21 非発散パロトロピックモデルで、山がかなり高いときには、40日程度の周期運動が得られた。但し、この簡単な実験ではチベット高原に当る風が北に寄りすぎており、現実との対比にはより詳細な検討が必要である。

2. 熱帯熱源による熱帯—中緯度間相互作用

伊藤久徳（和歌山大学教育学部）

熱帯熱源が中緯度大気に与える影響については多くの研究がある。ここでは、熱帯熱源がまず中緯度大気に作用し、今度はそれが熱帯自身にも影響を与えるという真

の意味での相互作用について数値モデルを用いて研究した。

まず定常な熱帯熱源に対する応答を調べた。中緯度の西風が弱いと、解は定常で安定である。熱帯から中緯度へ伝播する波列の振幅は小さく、これがさらに熱帯に影響を与えることはない。西風が強くなると中緯度に傾圧波が現れ、中緯度へ伝播した波列の振幅が強くなるとともに、大きな振幅で熱帯へ戻っていく。

次に熱帯の熱源を、季節内振動を模擬するように、60°E から180°まで40日の周期で移動するように与えた。中緯度の西風が弱いと熱源と同じ経度帯のみに振動が存在するが、西風が強くなると中緯度へ伝播した波列が再び熱帯へ戻り、まったく熱源のない西半球でも強い季節内振動のシグナルが見えるようになる。

このように中緯度の傾圧波は熱帯熱源からの波列の振幅を大きくし、さらに熱帯に大きな影響を与えるという重要な役割を果たす。

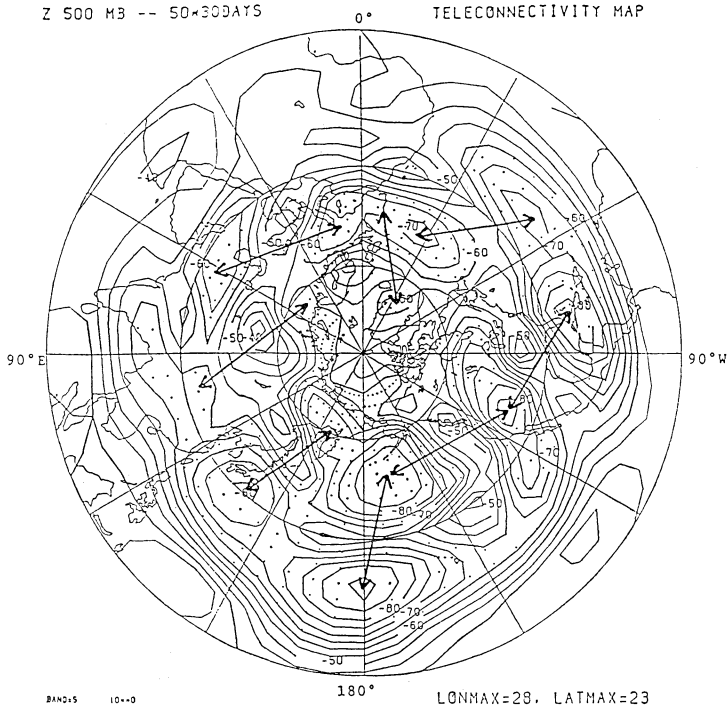
3. 永続する1月の条件での AGCM 長期間積分に現われるテレコネクションパターン

佐藤康雄・千葉 長・柴田清孝

（気象研究所気候研究部）

木田秀次（気象研究所応用気象研究部）

Chiba *et al.* (1986) によって開発され、柴田によって赤外放射の部分を改良された (Shibata & Aoki (1989), Shibata & Chiba (1990)) 全球スペクトル GCM (上端 10 mb, 11層, 東西最大波数36の平行四辺形切断) を、太陽高度を1月に固定し、また、海面水温を1月の気候値に固定して50カ月積分した。計算された 500 mb 高度の30日平均値から、テレコネクティビティを計算し (第2図) Wallace & Gutzler (1981) が観測データから求めたものと比較した。PNA, 西大西洋, 西太平洋等の各パターンがよく表現されているのに対し、ユーラシア, 東大西洋パターンの表現が比較的よくない。EOF 解析の第一主成分として PNA パターンが検出され、その寄与率は25.9%である。その時間係数と 300 mb・850 mb 東西風, 降水量の30日平均値の相関は、太平洋上・北米大陸東岸の東西風と強い相関を持つが、熱帯の降水量との相関は弱い。この実験は、PNA パターンの成因として、太平洋・大西洋の局所ジェットの傾圧不安



第2図 モデルの500mb高度の30日平均値によるテレコネクティビティマップ。点彩は-0.60より強い負相関域。矢印はそれらの領域間が強い負相関であることを示す。

定等，大気内部の力学の重要性を示唆する。

4. インド/オーストラリア・モンスーンの年々変動

鬼頭昭雄（気象研究所気候研究部）

実測海面水温を用いた20年間のAGCMランの南アジア及びオーストラリアのモンスーンの年々変動について調べた。降水量の年々変動に対しては、そこでの蒸発よりも水蒸気フラックス収束の変動の寄与の方が大きいため、水蒸気フラックスの変化について詳しく調べた。

6～8月のベンガル湾での降水量は、その場の海面水温よりも海洋大陸（インドネシア海域）での海面水温とよい相関がある。海洋大陸での正の海面水温偏差は強い南アジアの夏のモンスーンに有利で、北インド洋では強い西風を伴っている。12～2月のアラフラ海を中心とするオーストラリアの北の海域での降水量変動は、この海域に流入する西からの水蒸気フラックスで説明される。これはオーストラリア北西方での低気圧性循環を伴っているが、冬半球からの赤道を越えた水蒸気フラックスが重要である。観測とのいくつかの比較を行ない、モデル結果と観測との違いについても議論する。