

平成 16 年度 活地球圏セミナー 後期第 10 回

「成層圏対流圏大気の変動—どのくらい有意?—」

講演者 内藤陽子 (理学研究科気象学研究室)

レポート 理学研究科地球惑星科学専攻修士 1 年 大塚成徳

中高緯度の成層圏対流圏大気の循環が受ける外部強制力としてはさまざまなものがあるが、ここでは赤道域の準二年周期変動 (QBO) と呼ばれるものを考え、どの程度影響を受けているのかということの数値実験及び観測結果から考察する。QBO とは赤道域の下部成層圏の東西風が約 26ヶ月ほどで西を向いたり、東を向いたりする現象である。これまでの研究では現実の観測データ約 50 年分を用いて QBO が中高緯度の大気に及ぼす影響が調べられてきたが、データが限られているため統計的有意性までは議論することができなかつた。これまでいくつか数値実験によって多数のデータを得る研究もなされているが、ここでは講演者が成層圏と対流圏両方を含む簡略化したモデルを使って 10800 日の積分を 9 通り行った実験について紹介した。

単純化した大気大循環モデル (GCM) に、QBO の位相を模した強制を入れ、基本プロファイルを北半球の冬に固定して実験を行い、極夜ジェットの高さや成層圏突然昇温の頻度について QBO の位相に対する依存性を調べた。極夜ジェットについては QBO が西風相の時に強く、東風相の時に弱い傾向が見られた。これは現実の観測データと一致している。突然昇温については西風相の時に少なく、東風相の時に多い傾向が見られ、これも現実のものと同じ傾向である。

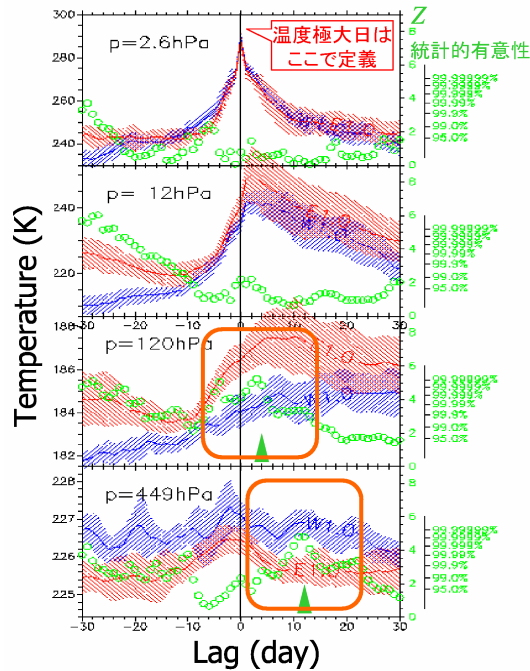


図 1: QBO の位相差による成層圏突然昇温への影響の有意性

成層圏の冬極の温度について頻度分布を描くと、かなり歪んだ形をしており、QBOの西風相と東風相の時を比べると最頻値は変わらずに分布関数の形が変化していることがわかる。対流圏の場合は分布そのものは正規分布に近く、温度の差も小さい。しかしサンプルが多い時に使う大標本法で計算すると、対流圏の温度差(1K)は有意であるということがわかる。突然昇温時の温度の時間変化について見るために、突然昇温の起きた時刻を基準にコンポジットを取り、QBOの西風相と東風相の時の差について有意性を検定した。下部成層圏では基準時刻の4日後あたりで最も有意な差が見られ、中部対流圏では基準時刻の12日後あたりで最も有意な差が見られた(図1)。

実験で得られた結果を確認するために、現実大気の観測データを用いた解析も行った。NCEP Reanalysisの46年分のデータから12~1月のデータを使用した。ここでは連続データの独立性を考慮するために、持続時間 $\tau$ の分布を計算した。その結果、帯状平均温度の持続時間は中高緯度の対流圏では週のオーダー(十数日)、中高緯度の成層圏では月のオーダー(数十日)であった。

このデータからQBOの西風相と東風相のコンポジットを作成し差を取ると、西風相においては東風相に比べ冬極の下部成層圏50 hPaで約4 K、上部対流圏250 hPaで約2 K低かった。これらの差の有意性を検定すると、下部成層圏の差は98.3%の有意性、上部対流圏の差は99.9985%の有意性を示した(図2)。

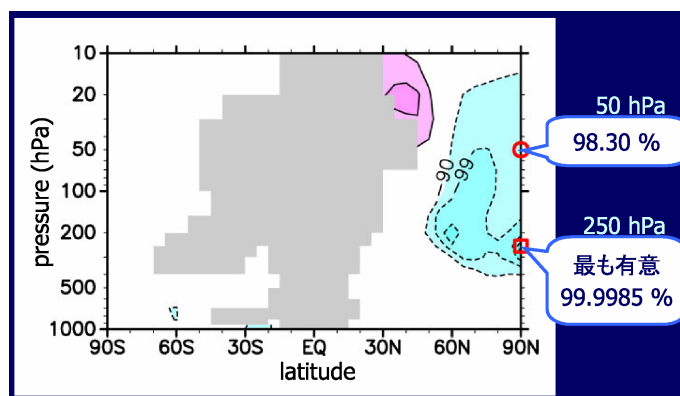


図 2: QBO 位相の違いによる帯状平均温度の差の有意性

このように単純化したモデルを使い多くのデータを得ることで、統計的な有意性を大標本法を用いて計算することができる。このような手法は今回適用した中高緯度成層圏対流圏循環に対するQBOの影響を調べることも、11年周期の太陽活動や火山エアロゾル、エルニーニョの影響などを調べることにも使える。