

成層圏 QBO に伴う熱帯の対流活動が極渦に及ぼす影響に関する AGCM 実験

山崎 孝治・中村 哲（北大地球環境）・浮田 甚郎・星 一平（新潟大自然科学）

1. はじめに

赤道成層圏 QBO が東風位相のときに極渦が弱く、西風位相のときに強い傾向にある (Holton and Tan, 1980; 以下 HT 関係)。この HT 関係は、成層圏過程によると考えられているが、対流圏を通じた過程があるのではないかという仮説を、前回 (2019 年春) の北海道支部研究発表会において、我々は提示した。

QBO が東風位相の時には、対流圏界面の気温が低い。このため、熱帯西太平洋で対流活動が活発になる。この対流がロスビー波を励起して中高緯度対流圏に伝播する。伝播した波は気候場の波と同位相で惑星波を強める。対流圏で強まった惑星波が成層圏へ伝播し極渦を弱めるといふ過程である。

2. データ、解析方法とモデル

データは前回同様、1979-2016 年の ERA-interim 再解析データおよび OLR を使用した。QBO の位相は 50-hPa の赤道域の冬 (DJF) の帯状平均東西風から決定した。QBO が東風位相と西風位相の差 (以下、QBO シグナル) の合成図解析を行った。気象庁の定義による El Nino と La Nina を除外した解析も行い、共通の特徴を抽出した。

数値実験には AFES-AGCM (T79L56) を使用した。気候値の SST や海氷を用いた 60 年間の基準実験に対して、熱帯西太平洋域 (150E, 5N) を中心に正の対流加熱を与えた実験 (CONV1) 及びさらにインド洋域 (70E, 5N) を中心に負の対流加熱を与えた実験 (CONV2) を 60 年行い、基準実験との差を見た。

3. 前回のまとめと問題点

QBO の位相で極渦に差がでるのは 11 月から 1 月である。極渦の偏差が生成さ

れる時期として 10, 11, 12 月の OLR の差を図 1 に示す。熱帯西太平洋域で OLR が負、即ち、E-QBO のときに対流活動が活発になる。インド洋では不活発になる。これらは ENSO 年を除外しても見られる特徴である。一方、中東部赤道太平洋での対流不活発域は ENSO 年を除外すると現れない。

11 月の気候場について熱帯西太平洋域の対流加熱による大気の応答を線形モデル (LBM; Watanabe and Kimoto, 1999) で求めると、気候値の波成分と似ており、気候値の惑星波を強めることを意味する。一方、インド洋での加熱は気候場の波を弱める傾向にある。しかし、LBM 応答は観測される QBO シグナル (図 2) と比較すると 1 桁小さいことが問題であった。

4. AGCM 実験

そこで非線形過程も含む AGCM 実験を行った。OLR の QBO シグナルを模した対流加熱を熱帯に与えて応答を見た。11 月の CONV2 の応答は北太平洋域で負の高度偏差で気候値のトラフを強め、極渦は弱くなる (図 3)。偏差の大きさも観測される QBO シグナルとほぼ同じ大きさとなった。CONV1 もほぼ同様であった。

また、月ごとに見ると、11 月は観測と匹敵する応答であるが 12 月はかなり弱かった (図 4)。

5. まとめ

E-QBO の時に対流圏界面の気温が低く熱帯西太平洋で対流が活発になり、その加熱影響が中緯度へ伝播し気候場の惑星波を強化し成層圏の極渦を弱めることが、AGCM 実験で示された。定量的にも観測に匹敵する応答を示した。対流圏過程は 11 月に重要な寄与があり、12 月以降も多少寄与する。真冬は従来の成層圏過程が HT 関係を作ると考えられる。

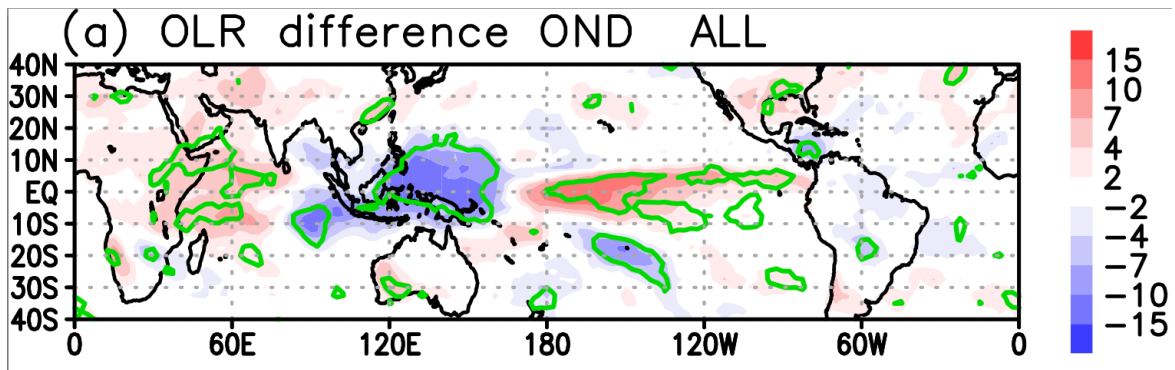


図1 E-QBO と W-QBO の外向き赤外放射(OLR) の差の合成図(ENSO 年も含む)。10,11,12 月の平均。有意水準 95%の値に緑線。

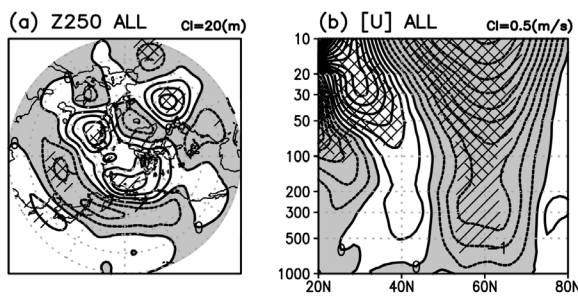


図2 11 月の QBO シグナル (E-QBO-W-QBO)。(a) 250 hPa 高度。等値線間隔は 20 m。(b) 帯状平均東西風。等値線間隔は 0.5 m/s。負の領域に影。90,95%で有意な値に / 及び ×。

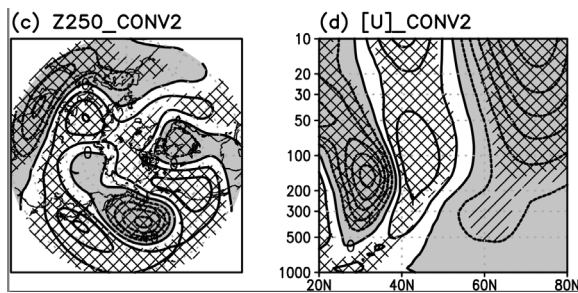


図3 熱帯西太平洋に正の対流加熱、インド洋に負の対流加熱を与えたときの 11 月の応答。(c) 250 hPa 高度。等値線間隔は 20 m。(d) 帯状平均東西風。等値線間隔は 0.5 m/s。負の領域に影。90,95%で有意な値に / 及び ×。

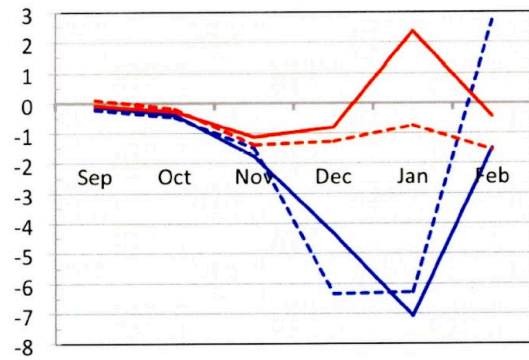


図4 極渦(50 hPaに於ける 55-80N 平均[U]) の QBO シグナル(E-QBO-W-QBO)。青線。実線は全年、破線は ENSO 除外年。赤線は AGCM 実験の結果。実線は熱帯西太平洋に正の対流加熱を加えたときの偏差(CONV1)。破線はさらにインド洋に負の対流加熱を加えたときの偏差(CONV2)。横軸は月。縦軸の単位は m/s。

謝辞：北極域研究推進プロジェクト(ArCS)、Belmont Forum、及び WNI 気象文化創造センターより研究助成を得た。