

# 対流圏を通じた成層圏準2年振動(QBO)の冬季極渦への影響

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

冬季北半球成層圏の極渦は、赤道成層圏の準2年振動(Quasi-Biennial Oscillation; QBO)が東風位相のときに弱く、西風位相のときに強い傾向にある。この関係は Holton and Tan(1980)が発見し、以後、Holton-Tan(HT)関係と呼ばれる。HT関係の原因について、下部成層圏の臨界緯度の効果が挙げられているが、上部成層圏の風が重要だと言う指摘もあり (Yamashita et al, 2011)、完全に解明されてはいない。ここでは、成層圏を通じた過程の他に、対流圏を通して HT 関係をもたらす過程があるのではないかという仮説を提示する。

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、海洋大陸・西太平洋 (以下、Warm Pool 域と示す) 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対流圏上層から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気候場の惑星波を強める。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う過程である。

## 2. データ、解析方法とモデル

データは主に、1979-2016 年の ERAinterim 再解析データを使用した。QBOの位相は50-hPaの赤道域(5N-5S)の冬(DJF)の西風成分から決定した。風の絶対値が 3m/s 以下の場合や冬の間風向が変化した場合を除外した。また、気象庁の定義による El Nino と La Nina を除外した。ただし、ENSO 年を含む場合も熱帯の OLR 以外はほぼ同様な結論であった。解析方法は QBO が東風位相(E-QBO)の7年と西風位相の9年の差の合成図解析である。また、熱帯の対流に伴う非断熱加熱に対する大気線の形応答を Linear Baroclinic Model (LBM,

Watanabe and Kimoto, 1999)で求めた。

## 3. 結果

QBO の位相で極渦に差がでるのは 11月中旬から1月までの初冬である。ここでは、極渦の偏差が生成される時期として 11,12 月の2ヶ月平均の”E”-“W”の解析結果を主に述べる。

初冬に極渦が E-QBO のとき弱まるのは、EP flux が高緯度でより上向きに伝播し、西風を減速するからである(図1)。その時、上部対流圏で赤道域から中緯度域へ波がより伝播している(図1)。

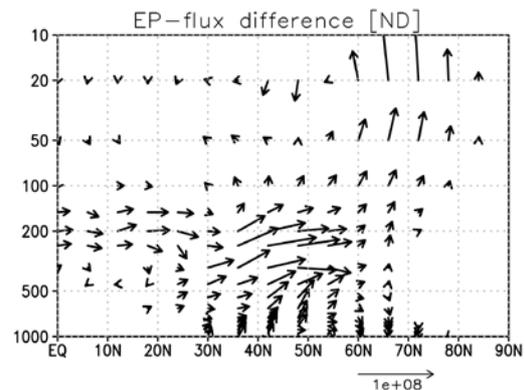


図1 E-QBO と W-QBO の EP flux の差の合成図。11月と12月の平均。密度で割った値。小さい値の所は描いていない。

熱帯域に波の源がありそうなので、対流活動の指標として外向き赤外放射(OLR)の差を見ると(図2)、Warm Pool 域で OLR が負、即ち、E-QBO のときに対流活動が活発な事がわかる。これは、E-QBO のときに熱帯で 150hPa より上層で寒冷化し(図略)、雲頂高度が高くなり対流活動が活発になるためと思われる。気候値として元々対流活動が活発で圏界面が低温である Warm Pool 域で対流が上層の寒冷化に敏感に反応すると考えられる。一方、インド洋西部では対流が抑制

される (図 2)。

Warm Pool 域での対流加熱に対する大気の応答を LBM で求めると (図 3 a)、その波成分は、北太平洋西部で負、カナダ西海岸で正、北大西洋で正、といったパターンを示し、気候値の波成分 (図 3 b) と似ており、40°N 以北での両者の空間相関は 0.70 と高い。これは、Warm Pool 域での対流加熱は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。

このように E-QBO に伴う熱帯の対流偏差は中緯度の惑星波を強める働きをする。対流圏の惑星波の振幅が大きくなるので、波の上方伝播も強まるのであろう。

#### 4. まとめ

- E-QBO の時 : 対流圏界面の気温が低い。
- Warm Pool 域で対流活動が活発
- 対流がロスビー波を励起
- 熱帯対流圏上層から高緯度に伝播
- 気候場の惑星波を強化
- 成層圏へ伝播し極渦を弱化

上記の対流圏を通した過程が、従来の成層圏過程に加えて、HT 関係に寄与していることを示唆する。

謝辞 : 北極域研究推進プロジェクト (ArCS) より研究資金を得た。

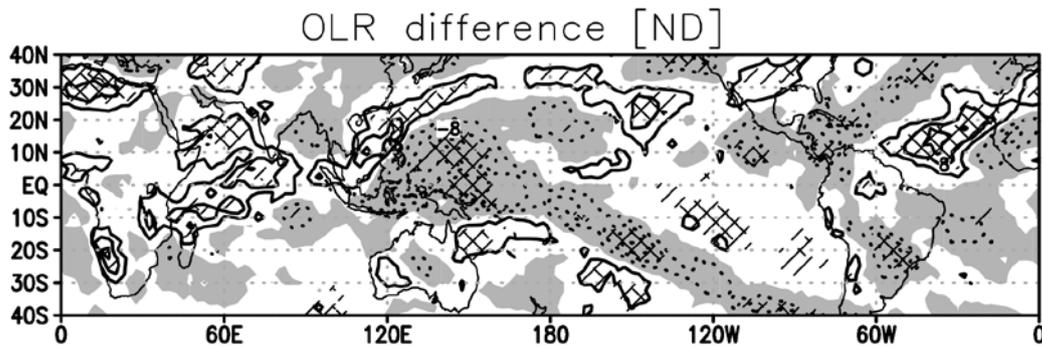
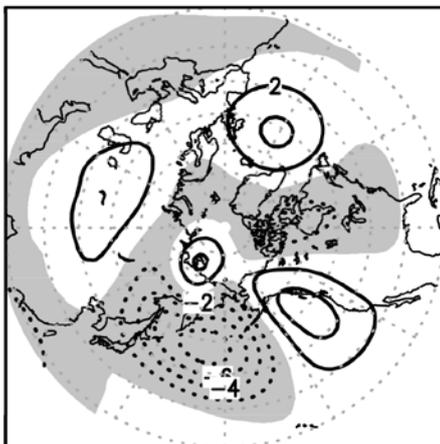


図 2 E-QBO と W-QBO の外向き赤外放射(OLR) の差の合成図。11,12 月の平均。負の領域に陰影。等値線は  $3 \text{ w/m}^2$  毎。有意水準 90, 95% の値に斜線。

(a) LBM res. eddy



(b) Z500 eddy clim.

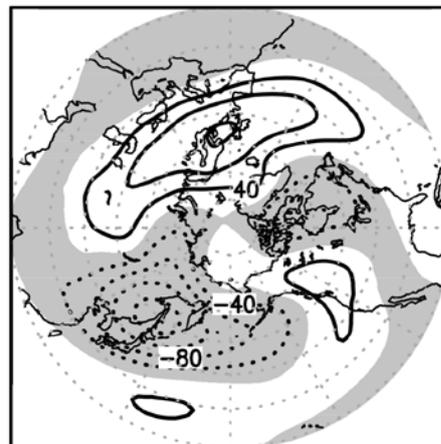


図 3 (a) 11 月の平均場で  $150^\circ\text{E}$ ,  $5^\circ\text{N}$  を中心とした対流加熱に対する  $500\text{hPa}$  高度の 30 日後の応答の帯状平均からの偏差 (波成分)。(b) 11 月平均の気候値の  $500\text{hPa}$  高度の波成分。両図とも負の領域に陰影。等値線間隔は両図で異なる。