

温暖化気候における成層圏突然昇温

* 稲津 将・木本 昌秀・住 明正 (東京大学気候システム研究センター)

1. はじめに

近年、高解像度化された大気海洋結合モデルは、成層圏の気候をある程度的確に表現されるようになった。本研究では、文部科学省人・自然・地球共生プロジェクト第1課題に於いてCCSR/NIES/FRCGC¹によって開発されたMIROCを用いて、北半球冬季に着目して、現在気候に於ける成層圏突然昇温(SSW)の再現性と温暖化した時のSSWの変化を調べた。ここで、モデルに於ける現在気候は20世紀再現実験の1980年から1999年までを、また温暖化気候はシナリオA1b実験の2050年から2069年までを指す。また、SSWはWMOの定義の大昇温、成層圏上部の極域の東西平均気温勾配が逆転し、東西平均風が東風に転ずる、とする。

2. 成層圏突然昇温の再現性

結合モデルMIROCは、対流圏の気候はもとより冬半球の極夜ジェットをよく再現している(図略)。MIROCに於けるSSWは、20年で12回起こった。合成図解析によると、SSWが起こった際は、成層圏の高緯度の気温が急激に上昇し(図1)、風は東風に転じた。これは、対流圏から移動性擾乱によるロスビー波が対流圏から伝播し、波の作用によって東風加速が生じた。水平面で見ると極渦が2つに割れたり、極から著しくずれたりしていた。これらモデルに於けるSSWの統計的また力学的特徴は、観測に見られるSSWのそれとよく一致している。

3. 温暖化時の成層圏突然昇温

モデルの温暖化気候20年で、SSWは10回起こった。しかし、その時期は現在気候で晩冬に集中しているのに対し、温暖化気候では約半数が初冬に起こっている。これと深く関係して、移動性擾乱による上向きロスビー波フラックスは、現在気候では晩冬に偏っているのに対し、温暖化気候では初冬でも大きかった(図2)。この季節進行の相違の理由は以下のように推測される(以下、図略)。初冬は、熱帯上部対流圏に於ける高温化の為、亜熱帯ジェットが温暖化気候の方が強くまた極方向に広がる。これに伴って、成層圏へロスビー波が伝播する上で重要

な対流圏界面の北緯60度付近の屈折率が大きくなり、波動の伝播禁忌領域が狭まる。これによって、12月は定常波が、1月には移動性波が成層圏に伝播しやすくなる。12月の定常波の鉛直伝播の増大には、温暖化に伴う熱帯の海面水温偏差がPNAパターンを励起することで、波数1の波動の振幅が増大していることも関係している。ともあれ温暖化気候では、これらの波動によって極夜ジェットがより減速し、2月にはこれによって対流圏界面、北緯60度の屈折率はより小さくなり、波動がより伝わりにくくなる。従って、現在気候の方が晩冬のSSWは多い(GRLへ投稿準備中)。

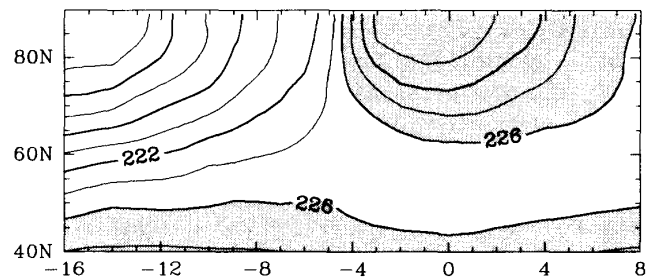


図1: モデルの現在気候に於けるSSW前後の10hPa面の東西平均気温の合成図。横軸はSSW時からのずれ(日)と縦軸は緯度。等値線間隔は2K。陰影は>226K。

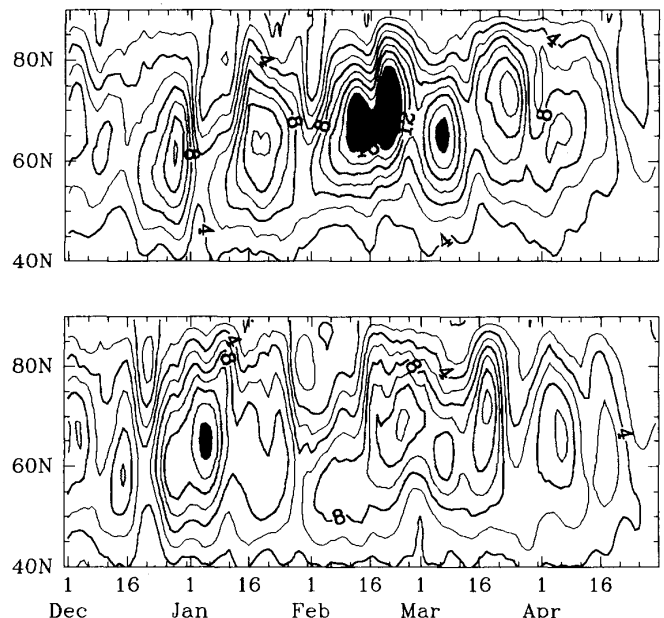


図2: モデルの(a)現在気候と(b)温暖化気候の、70hPaに於ける熱フラックスの気候値の時系列(12月から4月)。時系列は各日の5日の移動平均値の20年平均である。等値線間隔2、淡影は>8、濃影>16 K m s⁻¹。

¹東京大学気候システム研究センター、独国立環境研究所、独海洋開発研究機構地球環境フロンティア研究センター