

両半球中緯度対流圏の高温現象について

気象庁気候情報課 小林ちあき

はじめに

1998年のエルニーニョの終了以降全球的に南北両半球の中緯度対流圏を中心に赤道軸対称をした帯状の高温現象が持続した。また、1998年以降アメリカやアフガニスタン、南米などで断続的な干ばつが報告されている。これに対応して亜熱帯から中緯度にかけて帯状に高圧帯が形成されている。これらの傾向は2002年のエルニーニョが発生するまで持続した。

この特徴的な偏差パターンの持続がどのような要因によりもたらされ、またどの程度持続するのかは、異常気象のメカニズム解明や季節予報にとって重要な課題である。

Hoerlingら(2001)は観測された海面水温を与えた大気大循環モデルを用い数値実験を行い、前述の特徴が良く再現されることを示すと共にそれらが、熱帯の海面水温、特に西太平洋のwarm poolやインド洋の海面水温の上昇と関係していることを示唆した。一方 Shurbartら(2002)は違ったモデルで同様の実験を行い、これらの現象が日付変更線付近の海面水温と関係しているという結果を示している。

そこで、気象研究所で行われた海面水温を与えたアンサンブル歴史ランの結果を用い、これらの現象が気象研究所のモ

デルでも再現されているかをまず確認することにした。

使用したデータと実験の概要

使用した観測データは以下の通りである。200hPa高度場はNCEP再解析データ(CDAS1, Kalnay, et al. 1996)、海面水温データはHadSSTv1.1を使用した。OLRデータはNOAA衛星データを用いた

モデルは気象研究所の大気気候モデル(MRI/JMA98; Shibata et al. 1999)を用いた。解像度はT42である。モデルに観測の海面水温(GISST4.0)を境界条件として与え、1949年から2000年までのランを6メンバーのアンサンブルランとして行った。

結果

200hPaの高度場を対流圏の温度を代表していると考え、シミュレーション結果と実際の解析値とを比べた。図1は、月平均平年偏差の1999年1月から2000年12月までの平均であり、南北両半球に広がる中緯度の帯状の正偏差域が観測データで見られており、モデルでも再現されている。図2は1990年から2000年までの帯状平均200hPa高度場平年偏差の時間緯度断面図である。1997/98エルニーニョに伴い高偏差域が熱帯に生じ、それが南

北両半球に広がった後、通常ならエルニーニョが終わった後次第に正偏差は弱まるのであるが、今回はそのまま中緯度では正偏差が持続している様子がモデルでも良く再現されている。

様な結果においても、観測、シミュレーション共に200hPa高度場ほど帯状性は明瞭でないものの亜熱帯域に帯状に広がった高気圧偏差がシミュレーションでもよく表現されている。

図は省略するが、海面気圧に対する同

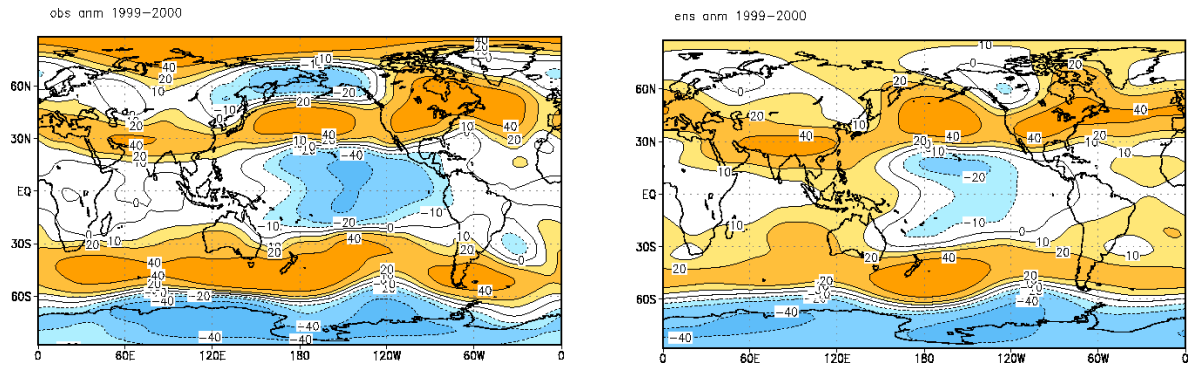


図1 1999～2000年の200hPa高度場の年平均偏差(平年は1949-1998年の50年平均)

左：解析値

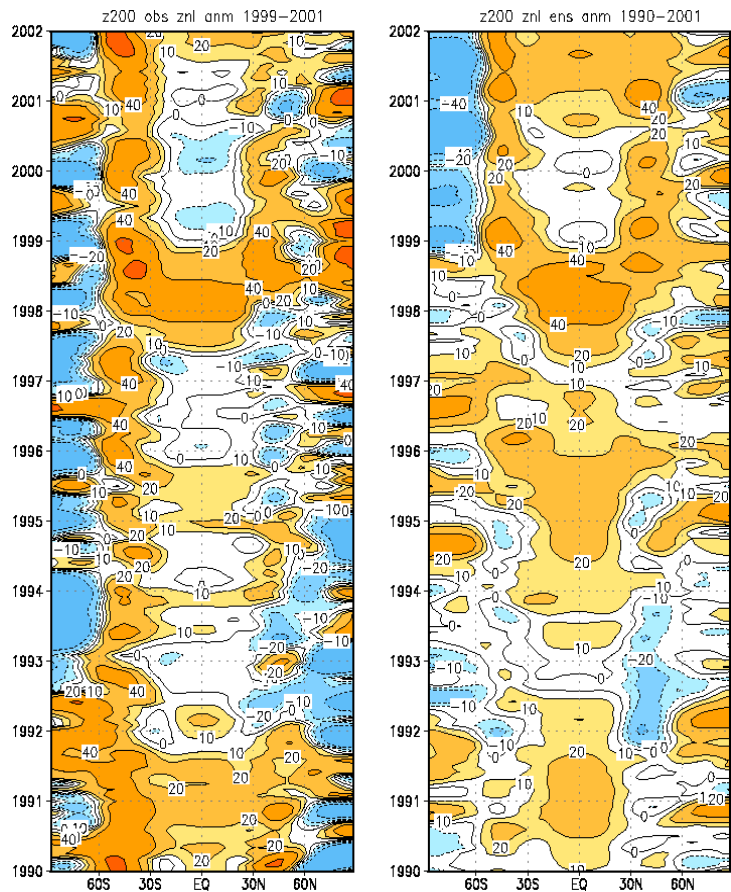
右：海面水温を与えたシミュレーション(6メンバーのアンサンブル平均)

図2 帯状平均した200hPa高度場
年平均偏差の緯度-時間断面図
(1990～2000)

(平年は1949-1998年の50年平均)

左：解析値

右：シミュレーション



考察

ここで示した中緯度対流圏を中心に赤道軸対称をした帯状の高温現象は、観測の海面水温を与えたシミュレーションで再現されることから、海面水温に対する応答であると考えられる。ところで、ゾーナル成分の振幅は非ゾーナル成分の非線形効果がなければ、強制力のみで決まる。そこで、今回は非ゾーナル成分の振幅が小さい北半球夏についてゾーナル成分の解析を行った。

まず、この現象の指数として、帯状平

均 200hPa 高度場の 30N-60N 平均を用いる。

この指数の 1970 年以降の時系列を図 3 に示した。観測、モデルとも正のトレンドが見られることがわかる。この指数に対する夏の海面水温と回帰分布を図 4 に示す。この指数と相関の高い海域は、主に西太平洋域に見られ（正相関）、インド洋域では相関の高いところはほとんどみられない。また、モデルでもほぼ同じパターンが見られた。このため、西部太平洋の海面水温が中緯度の帯状平均高度場と良く関係していることがわかる。

図 3 帯状平均 200hPa 高度場の
30N-60N 平均
黒：観測
緑：モデル(アンサンブル平均)

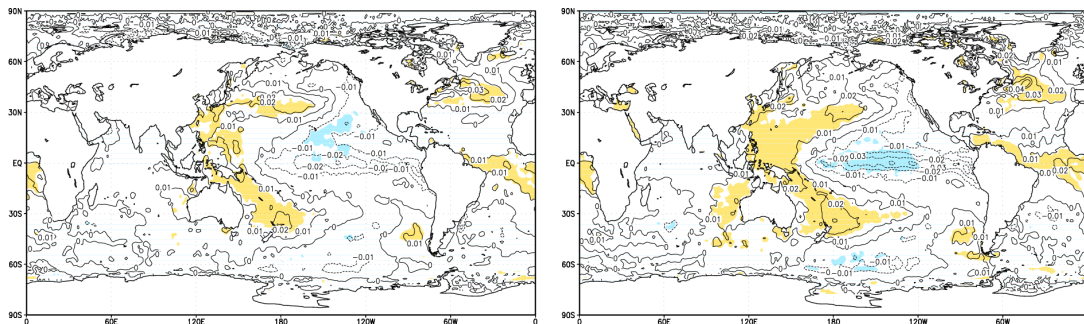
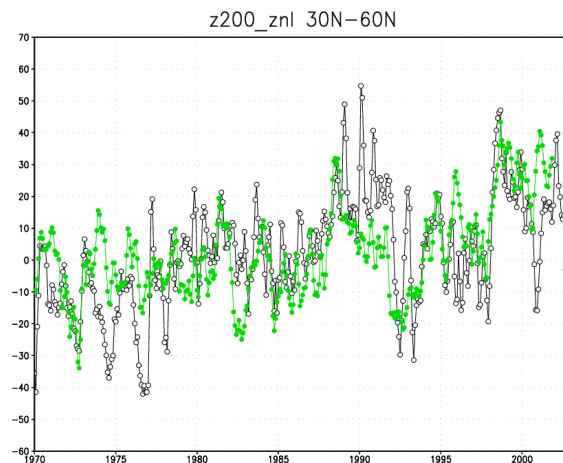


図 4 JJA における 30N-60N の帯状平均 200hPa 高度場に対する SST の回帰分布(1979-2002) (相関係数 0.4 以上 (統計的に有意) のところに色をつけた。高度場が高いときに海面水温が高いところは黄色。低いところは青色)

左：観測 (CDAS1 の指数に対する SST)

右：シミュレーション (6 メンバーのアンサンブル平均の指数に対する SST)

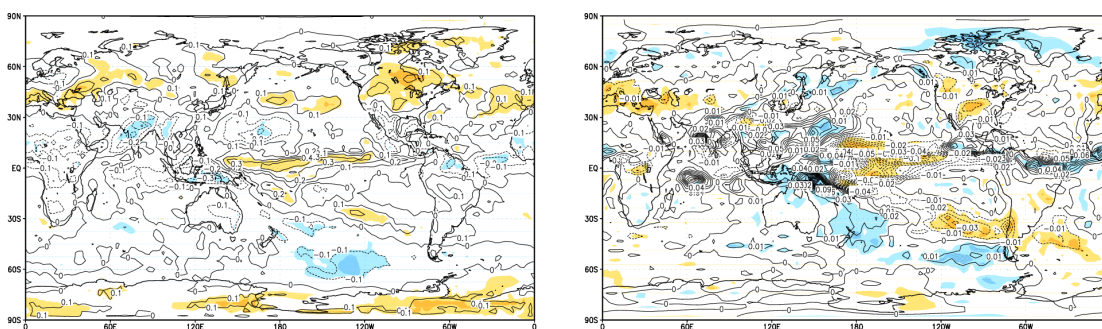


図5 JJAにおける30N-60Nの帯状平均200hPa高度場に対する対流活動の回帰分布(1979-2002)

(相関係数0.4以上(統計的に有意)のところの色をつけた。青:高度場が高いときに対流活動活発 黄:高度場が高いときに対流活動不活発)

左:観測(CDAS1の指数に対するOLR)

右:シミュレーション(6メンバーのアンサンブル平均の指数に対するアンサンブル平均降水量)

一方、海面水温偏差が対流圏の気温に影響を及ぼすためには、対流活動の役目が重要であると考えられる。そこで、図3に示した指数と対流活動との関係を図5に示す。対流活動として、観測ではOLRを、モデルではアンサンブル平均降水量を用いた。観測では、西太平洋の20N170E付近とインドからインドシナ半島付近に相関の高いところがあり、この領域で対流活動が活発な場合に、中緯度の帯状平均高度場が高くなる相関がある。また、中部熱帯太平洋には負の相関が高い領域があり、ここで、対流活動が不活発な場合に、中緯度の帯状平均高度場が高くなる相関があることがわかる。モデルでも、西太平洋の20N170E付近で正の相関が高く、中部熱帯太平洋では負の相関が高い領域がある。このため、これらの領域の

対流活動が、中緯度の帯状平均高度場に影響を与えている可能性が強いと考えられる。

まとめと今後の課題

気象研究所のモデルでも1999年以降の赤道軸対称な中緯度の昇温現象及び亜熱帯域の地上気圧の高圧帯がよく再現されていることが分かり、この現象のメカニズム解明のための有効な道具として利用可能なことが分かった。

今回は、この現象のメカニズム解明のための第一歩として熱帯のどの海域の海面水温と最も良く関係しているのか、調査した。インド洋には相関の高いところはなく、Hoellingら(2001)の結論とは少し異なった結果が得られた。また、この現象がどの領域の対流活動と良く関係して

いるのかについても調査を行った。西太平洋から中部熱帯太平洋の対流活動が重要な役割を果たしていると考えられる。

今回は北半球夏について調べたが、他の季節についても調査を行いたい。また、線形モデルを使用し、対流活動に対応する強制を与えた場合の応答についても調査したいと考えている。また、図3に示した様に、中緯度の昇温現象は、観測、モデルとも正のトレンドが見られ、最近の地球温暖化現象の一部としても考えられる。近年の日本の天候が、従来、示されている傾向から変わりつつあることも報告されており（高野、2003）これらとの関係も調べていきたい。

参考文献

- Kalnay, E et al. 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Re-analysis Project. Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-471.
- Hoerling, M. P., J. S. Whitaker, A. Kumar and W. Wang, 2001: The midlatitude warming during 1998-2000. Geophys. Res. Lett., 28, 755-758.
- Schubert, S. D., M.J. Suarez, P. J. Pegion and M. A. Kistler, 2002: Predictability of zonal means during boreal summer. J. Climate, 15, 420-434.
- Shibata et al. 1999: A simulation of troposphere, stratosphere and mesosphere with an MRI/JMA98 GCM. Pap. Met. Geophys., 50, 15-53
- 高野清治 2003: 東日本以西の夏の高温トレンドについて 平成15年度 京都防災研究所特定研究集会講演要旨