

中緯度の海洋下層雲は気候を駆動するか？

-夏期北太平洋域の下層雲長期変動と PDO との相互作用-

立花義裕(東海大・総合教育)・岡部雅世(東海大・理)

1. はじめに

夏期(5月—8月)の北太平洋において、下層雲の雲量が世界的にみて大変多いことが知られている(図1参照)。海洋が下層雲に長期間覆われていることによって、海面における放射や潜熱顕熱などの収支に影響が及ぼされて、結果として気候にその影響が反映されることが考えられる。また、北太平洋北東部の広く覆う下層雲は北東日本に冷夏をもたらすヤマセと類似現象であろう。例えば、三陸沖の SST は、オホーツク海高気圧が発達した年には、顕著な低温傾向があることが知られている(Ogi et al. 2004; Tachibana et al. 2004)。しかしながら、北太平洋全域にわたる下層雲のグローバルな年々変動に着目した解析は過去にはほとんど行われていない。

2. データ

本研究では、ISCCP の D2 data (monthly mean) の中から層積雲のデータを用い、海洋のデータは monthly mean の OISST を用いた。

層積雲データの空間解像度は 2.5° 格子で、OISST は 1.0° 格子である。1984-2000 年の 17 年間の解析を行った。年々変動のパターンの抽出には、月別の 17 年間分のデータを用いた EOF 解析を行った。

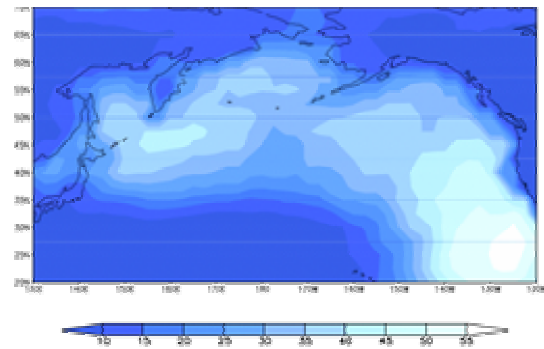


図1 ISCCP D2 データによる、6, 7月の層積雲量の気候値

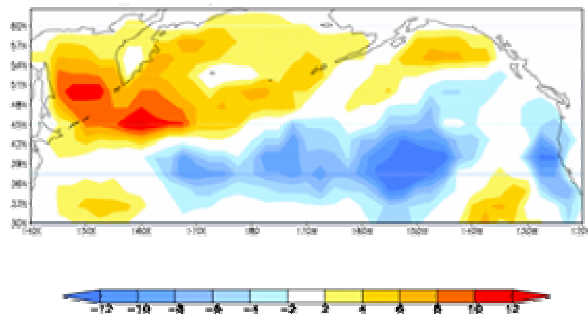


図2 7月の層積雲量の EOF 第一モードの層積雲量回に対する回帰図。

PDO 的な構造が見られる。

3. 結果

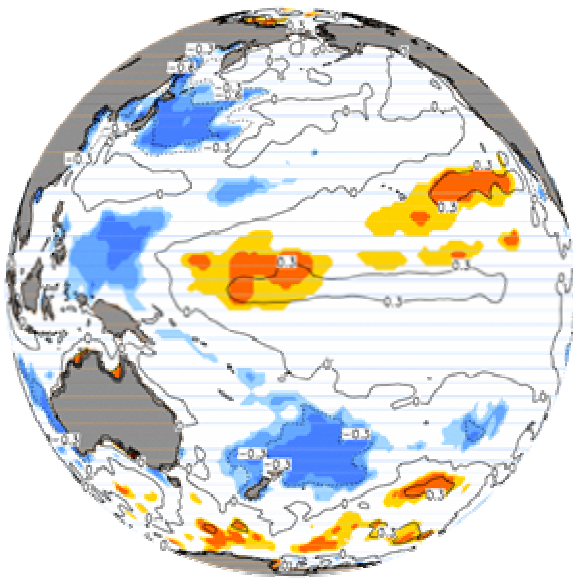


図3 層積雲量 EOF 第一モード時系列と SST との相関回帰場。

7月の中・北部北太平洋(30° -62.5° N / 140° E-120° W)の下層雲の年々変動の EOF 第1モードを図2に示した。この図から、オホーツク海やベーリング海を含む北部北太平洋とカリフォルニア沖の海域の間で下層雲の雲量がシーソーしているということが分かる。この下層雲のシーソーパターンと海洋の関連を探るために、シーソーパターンの時系列で SST を相関・回帰した(図3)。この図からは、太平洋の赤道域に負偏差があり、その南北に正偏差があるという

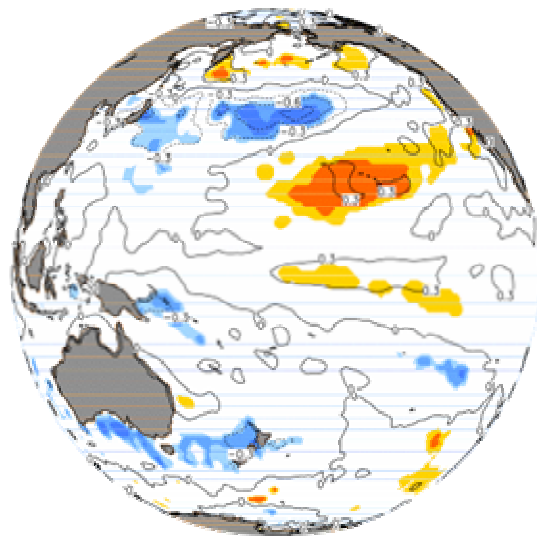
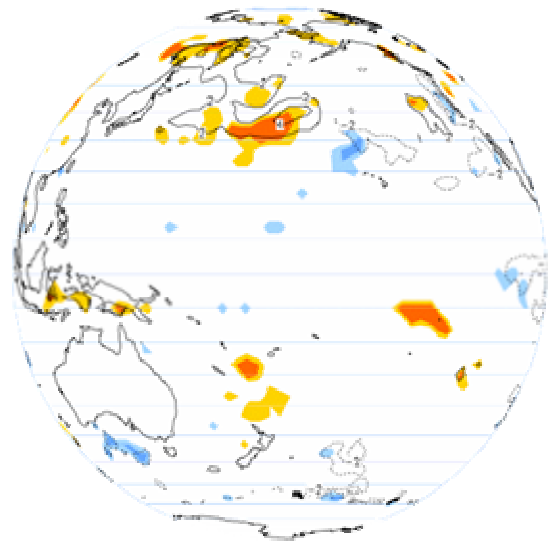


図4 層積雲と SST を用いた Combined-EOF 第一モードの層積雲(上)、SST(下)の分布パターン。

一方、下層雲と SST の双方に対して Combined-EOF を同海域・同期間で行うと、第 1 モード(寄与率 19%)で下層雲のシーズンパターンと PDO の構造を持つ SST が coupling している(図 4 参照)。ここでみられる SST の分布は、明確な PDO のパターンを示しており、PDO 時系列(Mantua, 1997)と Combined-EOF 第 1 モードの時系列の相関を取ると、0.91 という非常に高い値が得られる。

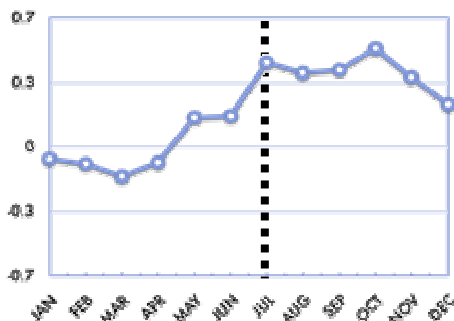


図 5 7月の層積雲 EOF 第一モードと、PDO インデックスとのラグ相関。

図 5 は、7 月の層積雲 EOF 第一モードの年園変動時系列と、PDO インデックスとのラグ相関を示す。図中の JUL の位置が、同時相関を表し、右が秋から冬の PDO と夏の

層積雲との相関をしめし、左側が冬から夏にかけての PDO と 7 月の層積雲との相関を示す。この図から明らかなように、PDO が先行した場合と、層積雲が先行した場合は、相関関係が大きく異なる。この図は、秋から初冬にかけての PDO パターンは、夏の顕著な層積雲のシーズンが現れた後に発現することを示す。従って、夏季の下層雲が active に秋から初冬にかけての北太平洋北部の広い範囲の SST 変動に対して影響を及ぼしている可能性が示唆される。

中・北部北太平洋の限られた海域で見られる下層雲のシーズンと太平洋の広い海域に広がる SST の PDO 構造の coupling が抽出されたが、両者がなぜ結合して変動しているのかについては不明である。別に行った格子点ごとの下層雲と SST の相関・回帰解析からは(図なし)、低緯度側で負相関、極域で正相関、その間の緯度帯では無相関という結果が得られている。これは、下層雲のシーズンパターンの正のフェーズ(カリフォルニア沖の海域で正の偏差)と SST の PDO 構造の正のフェーズ(赤道域で負の偏差)が coupling しているということと矛盾がない。

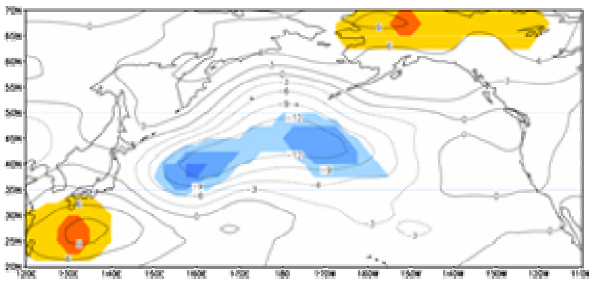


図6 7月の層積雲 EOF 第一モードと7月の850hPa 高度との相関回帰場。

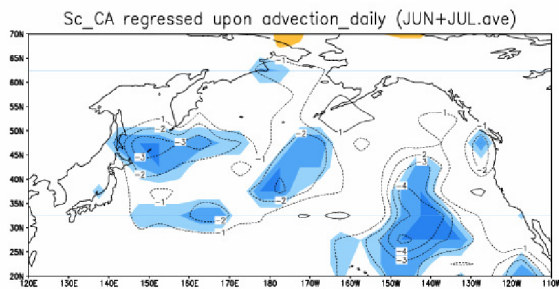


図7 6, 7月平均の各グリッドの雲量変動と、同一グリッドに於ける大気下層の水平温度移流との相関回帰場。青は寒気移流の場合、その海域では層積雲が増加傾向にあることを示す。温度移流は、daily の1000hPa 温度、風データを用い計算した。

図6は、下層大気場と層積雲 EOF 第一モードとの相関図である。太平洋中央部を負相関領域が広く覆っている。これは、太平洋の亜熱帯高気圧の強弱に対応する変動と雲シーソーパターンが関連していることを示す。これは高気圧が弱い場合、オホーツク、ベーリングサイドの雲量が増加し、逆に北太平洋東部の雲量が現象傾向にあることを示す。言い換えれば、北風傾向にある領域では、雲量が多く、南風傾向にある領

域では雲量が減少すると解釈が可能である。さらに、水平温度移流と層積雲量との関連を調べた(図7)。その結果、北太平洋をほぼ全域で、層積雲の年々の変動は、寒気移流と強い関連があることが示された。

4. まとめ

夏季北太平洋の下層雲、SST そして大気場には、三位一体の関連があることを見出した。さらに、それはPDO と7月と深い関わりがあり、夏季の雲—SST の何らかのフィードバックが、秋以降のPDO の持続に貢献している可能性が示唆される。

参考文献

Abnormal meridional temperature gradient and its relation to the Okhotsk high, Tachibana, Y., T. Iwamoto, and M. Ogi, J. Met. Soc. Japan, 82, 1399-1415, 2004

The Connectivity of the Winter North Atlantic Oscillation (NAO) and the Summer Okhotsk high, Ogi, M., Y. Tachibana, and K. Yamazaki, J. Met. Soc. Japan, 82, 905-913, 2004.