

# 夏季オホーツク海の局所的な低水温が もたらす大気場への遠隔影響

## Influence of Regional Cold Okhotsk SST upon Remote Atmospheric Circulation in Summer

地球環境気候学研究室 藤田啓 (512M233) : 指導教員 立花義裕 教授

Keywords: radiosonde, Bussol Sea, surface inversion, regional model

### 1. 序論

オホーツク海高気圧は4月後半から9月前半にかけて発生し、しばらく停滞する。この高気圧は背が低く寒冷な高気圧であり、これに伴う寒冷なオホーツク海気団が南の暖かい気団と衝突し、梅雨前線の原因になると言われている。また、7月・8月にこの高気圧が発生すると日本が冷夏になると言われている(Nakamura and Fukamachi<sup>1)</sup> 2004)。オホーツク海高気圧の形成については諸説あり、Nakamura and Fukamachi (2004) は、オホーツク海高気圧の近くに背の高いブロッキング高気圧がよく形成されていることに注目している。また、オホーツク海高気圧に伴って霧や下層雲が発生することが知られており、その形成にはオホーツク海の冷たい海面水温 (SST) が関わっていると言われている (Tachibana *et al.* <sup>2)</sup>, 2004)。本研究では、1998年と2006年に観測された数少ないオホーツク海でのラジオゾンデ観測データと、鉛直解像度を密にした領域気候モデルの計算結果を用いて、オホーツク海の冷たい SST が大気境界層や総規模擾乱にどのような影響を与えているのかを解明することを目的とする。

### 2. 使用データ、解析手法

使用する観測データはロシアの観測船 Khromov が1998年と2006年に行ったラジオゾンデ観測のデータである。1998年の観測は7月9日から25日まで、6時間毎(一部12時間毎)に計50回放球した。2006年観測では8月16日から31日まで6時間ごとに、計63回放球した。

モデルは領域気候モデル IPRC Regional Climate Model (Wang *et al.* <sup>3)</sup>, 2003)を使用する。このモデルは下層雲の再現性の高さからオホーツク海の研究でも使用された(Koseki *et al.* <sup>4)</sup>, 2012)。解像度は水平方向に0.25°、鉛直方向に36層で下層ほど解像度が細かくなっている。大気場の初期値、境界条件として JRA25/JCDAS 再解析データを使用するが、SSTはNOAA OISST(daily)のデータを使用する。

ブッソル海峡周辺において、モデルの境界条件として使用する NOAA OISST(daily)のデータと、観測で得られた SST の間に大きな差が見られた。そのため、OISST そのままのデータを使用したコントロールラン(CTL)と、ブッソル海峡とその周辺の SST を OISST から5°C引いたデータを使用した SST 低下ランを用意し、比較した(Figure 1)。SST

を低下させた領域は Figure 1 の赤枠内、期間は6月から8月までである。以下この領域を SST 低下領域とする。

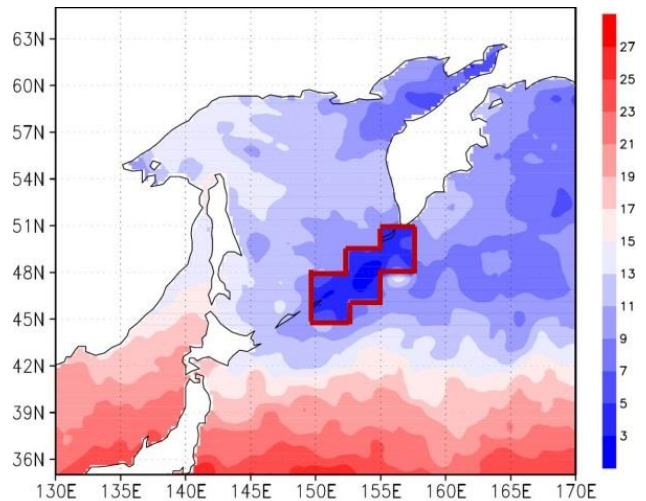


Figure 1 SST based on NOAA OISST (daily) (shading 2 degC interval) of SST decrease run in 17 July. Red frame area is SST down area.

観測値、CTL、SST 低下ランから得られたデータを基に上空 3 km までの大気気温鉛直プロファイルを作成し、比較した。その結果、SST 低下ランでは、全ての地点で最下層に大きな逆転層が見られるプロファイルとなり、観測を良く再現出来ることが確認された。CTL では観測値のような接地逆転型プロファイルが見られず、観測値を再現することはできなかった。SST 低下ランでは観測値同様、接地逆転型プロファイルが形成、維持されていた。1998年7月は特に SST 低下ランと CTL の差が大きかった。本研究では、ブッソル海峡上の大気について、CTL よりも SST 低下ランの方が観測値の再現性が高いものとして扱う。

### 3. 結果

CTL と SST 低下ランで気温の差が大きかった1998年7月に注目した。気温の時間発展を見るために、モデルの SST 低下領域の気温プロファイルを領域平均し、1998年7月1日から1998年7月31日までの時系列高度断面を作成した。

SST 低下ランと CTL の気温の差を調べた。海面付近では SST 低下ランの方が 2°C~3°C低かった。15日から18日ではその少し上空で SST 低下ランの方が 1°C~2°Cほど高かった。同様に熱収支、鉛直流の時系列高度断面を作成し SST 低下ランと CTL で比較した。11日から14日まで SST 低下ランでは CTL より大きな冷却効果が存在しており、

下降流が強化されていた。また、CTL に比べて SST 低下ランでは下層雲量が増加していた。

1998 年 7 月 15 日以降に見られた高温偏差に注目し、11 日から 15 日までの海面気圧・下層雲・気温・風向風速を比較した。11 日から 14 日は、千島列島を境に北に高気圧、南に低気圧があり、北東風が吹いていた。ブッソル海峡周辺で SST 低下ランの方が CTL よりも下層雲が多く、気圧が高かった。また、このブッソル海峡上の高気圧偏差の南西に低気圧偏差が発生していた(Figure 2)。

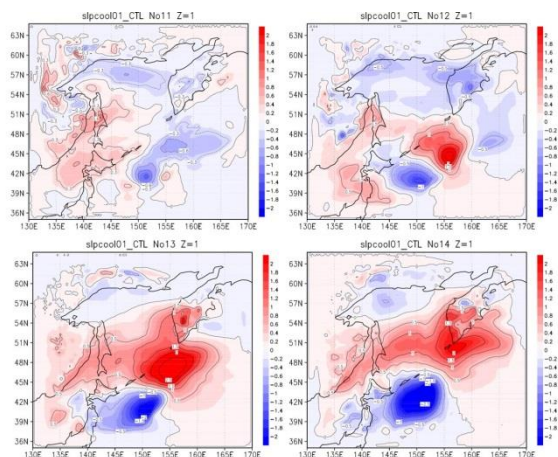


Figure 2 Sea surface pressure anomaly based on IPRC Regional Climate Model SST decrease run – CTL (shading 0.2 hPa interbal), from 11 July 1998 (top left) to 14 July 1998 (bottom right).

#### 4. 考察・検証

観測値とモデルのデータを使用しブッソル海峡上の気温構造について解析した結果、CTL では接地逆転型プロファイルが再現できず、SST 低下ランでは再現できたことから、この接地逆転がブッソル海峡周辺の冷たい SST によって形成されていることがわかる。

SST 低下ランと CTL を比べると、低い SST は海面付近の空気を冷やすだけではなくその上空や周囲の空気にも影響を及ぼすことがわかる。その原因として、11 日から 14 日に見られた大気場によって冷たい SST の影響が伝播したと考えられる。

11 日から 14 日にかけて SST 低下ランは CTL より下層雲が多く、その放射冷却により下層で強い冷却が起こっていた。それを補うように上空で下降流が強化され、低温で下層雲を伴う高気圧偏差を形成したと考えられる。また、11 日から 14 日までブッソル海峡を含む千島列島を挟んで北に高気圧、南に低気圧が存在し北東風が吹いていた。この北東風によってブッソル海峡上の冷たい空気が南下し、南の暖かい海上に移流した冷たい空気が温められて上昇気流を強めたと考えられる。また、この北東風の北側は SST を下げたために低温であり、南側は高温となっている。このため温度勾配が急になり、この北東風に沿って傾圧不安定による低気圧の発生が示唆される。実際、Figure

2 を見ると北東風に沿って高低気圧の波列がみられ、傾圧不安定波に伴う気圧の波が伝播したと考えられる。

このメカニズムはブッソル海峡で北東風が吹いていることが重要である。地衡風より、千島列島を挟んで北に高気圧、南に低気圧があることが条件だといえる。そこで、CTL の 1990 年から 2010 年までの 7 月の計算結果を用いて、145E~155E,48N~54N の領域平均気圧が同経度 36N~42N の領域平均気圧より 6.5hPa 以上高い日を抽出し SST 低下ランと CTL を比較するコンポジット解析を行った。その結果、SST 低下ランでは、ブッソル海峡上に高気圧偏差、その南西の低気圧偏差が形成された。このことは、ブッソル海峡周辺の局所的な SST の変化がその直上の大気だけでなく、広く風下側まで変化を及ぼしていることを示している。南西側の低気圧偏差により、日本の東北地方では北東風偏差が生じる。この北東風は冷たい海の影響を受けた風が東北地方に上陸することに対応する。このような夏季の東北地方の北東風は古くからやませと呼ばれ、東北地方に冷夏と米の不作をもたらすと言われている。本研究の成果は、ブッソル海峡付近の低海水温がやませに遠隔的に影響することをも示唆する。

#### 5. 謝辞

本研究を始めるにあたって、Khromov の観測データを提供してくださった構造計画研究所の宇田川祐介氏、iRAM モデルの計算を手伝っていただいた Nanyang 理工大学の古関俊也氏、北海道大学低温科学研究所の中村知裕氏、鉛直一次元放射対流モデルを提供してくださった JAMSTEC の大淵濟氏、東工大の鈴木遼平氏、文書の添削していただいた小松謙介氏、その他研究室のメンバーに感謝の意を表します。

#### 6. 引用文献

- 1) Nakamura, H., T. Fukamachi (2004): Evolution and dynamics of summertime blocking over the Far East and the associated surface Okhotsk high. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, **130**, 1213-1233
- 2) Tachibana, Y., K. Iwamoto, and M. Ogi (2004): Abnormal meridional temperature gradient and its relation to the Okhotsk high. *J. Meteor. Soc. Japan.*, **86**, 753-771
- 3) Wang, Y., O. L. Sen, B. Wang (2003): A Highly Resolved Regional Climate Model (IPRC-RegCM) and Its Simulation of the 1998 Severe Precipitation Event over China. *J. Climate*, **16**, 1721-1738. doi:[http://dx.doi.org/10.1175/1520-0442\(2003\)016<1721:AHRRCM>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0442(2003)016<1721:AHRRCM>2.0.CO;2)
- 4) Koseki, S., T. Nakamura, H. Mitsudera, and Y. Wang (2012): Modeling low-level clouds over the Okhotsk Sea in summer: Cloud formation and its effects on the Okhotsk high. *J. Geophys. Res.*, **177**, D05208, doi:10.1029/2011JD016462, in press.