

海洋前線上で実施した 革新的なラジオゾンデ観測によって明らかとなったメソ高気圧 Meso-scale atmospheric anticyclone disclosed by innovative radiosonde observation over the Kuroshio-Oyashio front

地球環境気候学研究室 西川はつみ (510M239) : 指導教員 立花義裕
Hatsumi Nishikawa

Keywords: Air-sea interaction, SST front, Radiosonde observation, Meso-scale anticyclone

1. はじめに

これまで、海洋が大気へ及ぼす影響についての研究は多く行われてきたが、中緯度海洋が与える大気への影響はとても弱いものであると考えられてきた (Kushnir *et al.* 2002¹⁾). 中緯度海域の平均的な海面水温 (Sea Surface Temperature : SST) は20°Cを下回るほどしかなく、熱帯海域と比較するとかなり低いためである。しかしながら、Wallace *et al.* (1989)²⁾ 等の研究で、中緯度SSTフロント (例えば、黒潮続流域) で暖かい (冷たい) 海面水温上で海上風が強まる (弱まる) という、中緯度海洋から大気への影響があることが示された。このような中緯度海洋から大気への影響を示した論文の多くは、衛星データ等のデータ解析がほとんどである。Tanimoto *et al.* (2009)³⁾ や Tokinaga *et al.* (2006)⁴⁾ は、黒潮続流域のSSTフロント上でのラジオゾンデを用いた直接観測によって、SSTフロントによる海洋大気境界層の変調を捉えた。しかしながら、まだ直接観測による研究は少なく、未解明な部分の多い中緯度海域における大気海洋相互作用を明らかにするためには、継続的な直接観測が必要である。

本研究は、海洋上で革新的な気象観測を行い、中緯度海域のSSTフロント上での大気海洋相互作用について明らかにすることを目的とする。

2. 観測

2.1 観測手法

ラジオゾンデ観測は、鉛直方向には密なデータを取得できるが水平方向のデータを取得することが出来ない。つまり、大気海洋相互作用や気象現象を理解する上で重要な水平移流や水平発散を、1回の観測で得ることが出来ないのである。一隻の船舶観測でも収支計算を可能とするためには、三角形をつくるように船を走らせ、三角形の各頂点でラジオゾンデを放球するという観測 (ジグザグ観測) が有効であり、この観測方法によって擬似的に三隻同時観測と同様の断面を得ることができる。しかしな

がら、ラジオゾンデは1台の受信機で1つのゾンデしか上げることができず、1回の観測に約2時間半もの時間を要する。そのため、1つの三角形を作るのに約5時間の時間がかかってしまう。大気は海洋に比べ非常に変化しやすいので、5時間後の大気構造変化を時間変化と捉えるか、空間変化と捉えるかという見極めは極めて難しい。そこで本研究では、このジグザグ観測に加えラジオゾンデの受信機を6台用いることで、観測間隔を30分に縮小した。このようにすることで、収支計算を行うのに必要な三角形の各頂点の3点を1セットとすると、1セットの三角形の時間のずれは、1時間と大幅に短くなる。1時間という短い時間であれば、激しい擾乱が通過または発生している場合を除き、大気場の時間変化はほぼ無視できると仮定する。

2.2 観測概要

2010年6月、三陸沖の黒潮続流域を143°Eに沿って、40°Nから38.2°Nまで南下しながら、先に説明したジグザグ観測を三重大学所有の練習船勢水丸により行った。観測航路と観測点をFig. 1に示す。観測期間は、2010年6月25日JST08から26日JST04まで30分ごとに行い、全39点のデータを得た。観測時のSST、海上気温、海上風速等の船舶データも取得している。

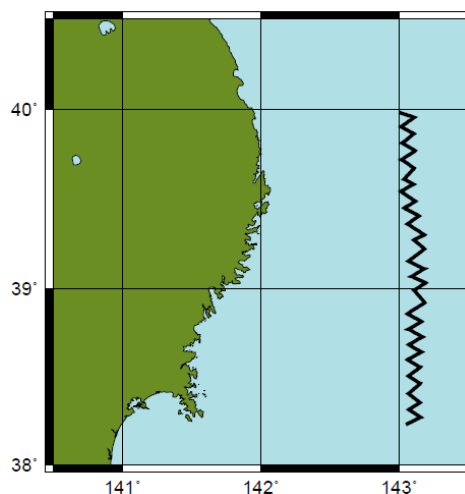


Fig. 1 Observation trajectory

観測期間中の総観規模の大気場は、北側に低気圧、南側に高気圧が位置しており、期間を通して若干高気圧傾向にあるものの、気圧配置はほぼ変化していなかった。そのため、期間中は常に西よりの風が吹いていた。また、今回の観測では39.3° NあたりでSSTフロントを通過しており、約10°C/20kmという非常に強い勾配であった。

3. 解析結果・考察

ラジオゾンデ観測データから、温位、気圧、東西風の南北鉛直断面図を作成した (Fig. 2)。本研究では大気下層に着目するため、鉛直断面図はすべて高度500mまでを示す。

温位の鉛直断面図 (Fig. 2A) から、SST 極小の北側に周りよりも低い温位の領域 (寒気ドーム) があることがわかる。気圧 (Fig. 2B) は総観規模の大気場の時間変化が高気圧傾向にあったことから、南下するにしたがい高気圧傾向となっていた。しかしながら高度約300mまでに注目してみると、SST フロントの北側では周囲よりもわずかに高気圧となっている領域が存在していた。また、この高気圧の南側では、卓越風が西風であったにもかかわらず、SST 極小海上付近で高度約200mまで東風が吹いていたことがわかった (Fig. 2C)。

大気下層でのみ反対の東風が吹いていたこと (Fig. 2C) から、海洋の影響で非地衡的な現象が起こっていたと推測できる。この非地衡風の原因としては、SST フロント北側の高気圧偏差 (Fig. 2B) と温位の寒気ドーム (Fig. 2A) の位置がほぼ一致していることから、冷却された大気が高気圧となり、高気圧循環が発生したと考えられる。観測データから計算した渦度の値も負 (高気圧) を示しており、この領域に水平スケール20~30km、鉛直スケール約200mの高気圧が存在していたことがわかる。

高気圧の形成要因と考えられる寒気ドームについては、親潮の冷たいSSTが大気を冷却することが1番の原因であると考えられるが、SST 極小の場所と寒気ドームの位置がわずかにずれている (Fig. 2A, D)。このずれの原因については、SST 極小上では暖気移流になっていることがひとつの要因である。海洋からの冷却と移流とのバランスによって、SST 極小上よりも少し北側の大気が最も冷たくなり寒気ドームとなったと考えられる。

今回観測されたメソ高気圧は、解像度の粗い再解析データなどでは見ることは出来ない。数十kmスケールの大気と海洋の相互作用を明らかにするためには、今回のような密な観測を継続して行う必要がある。

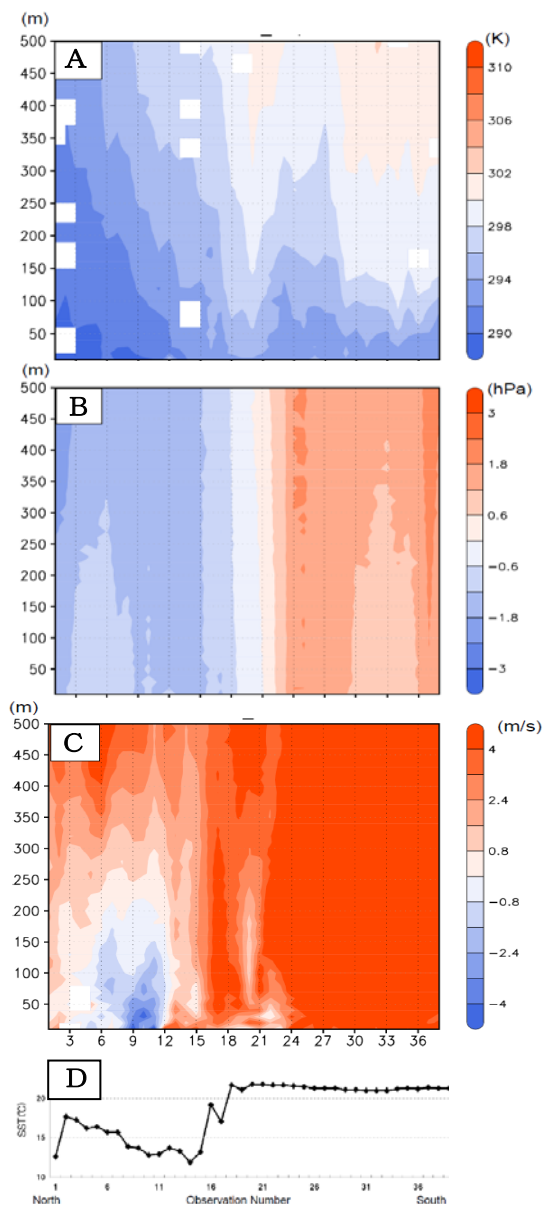


Fig. 2 Vertical cross section of potential temperature (A), pressure (B), and easterly wind (C) during observation period. The bottom graph (D) shows SST. Horizontal axis and vertical axis designate observation number and height, respectively.

4. 参考文献

- 1) Kushnir, Y., W.A. Robinson, I. Blade, N.M.J. Hall, S. Peng and R. Sutton 2002: Atmospheric GCM response to extratropical SST anomalies: synthesis and evaluation, *J. Climate*, **15**, 2233-2256.
- 2) Wallace, J. M., T. P. Mitchell, and C. Deser, 1989: The influence of sea surface temperature on surface wind in the eastern equatorial Pacific: Seasonal and interannual variability. *J. Climate*, **2**, 1492-1499.
- 3) Tanimoto, Y., S.-P. Xie, K. Kai, H. Okajima, H. Tokinaga, T. Murayama, M. Nonaka, and H. Nakamura, 2009: Observations of marine atmospheric boundary layer transitions across the summer Kuroshio Extension. *Journal of Climate*, **22**, 1360-1374.
- 4) Tokinaga, H., Y. Tanimoto, M. Nonaka, B. Taguchi, T. Fukamachi, S.-P. Xie, H. Nakamura, T. Watanabe, and I. Yasuda, 2006: Atmospheric sounding over the winter Kuroshio Extension: Effect of surface stability on atmospheric boundary layer structure, *Geophysical Research Letters*, **33**, L04703, doi:10.1029/2005GL025102.