

全球大気モデルを用いた 2005 年 12 月の予報における 初期値及び下部境界条件依存性に関する研究

1. 初めに

2005 年 12 月から 2006 年 1 月上旬にかけて非常に強い寒気が日本付近に南下し、強い冬型の気圧配置が断続的に現れたため、12 月は全国的に記録的な低温となった他、日本海側では記録的な大雪となった(平成 18 年豪雪)。大雪のために付近の国道が一時通行止めとなったアメダス地点(津南; 新潟県中魚沼郡津南町)における、気温と降水量の関係を図 1 に示す。冬季日本海側における低温と降水量増大の相関が確認できる他、2005 年 12 月は 3σ を超える低温と降水量を観測したことが分かる。

本研究では、こうした 2005 年 12 月を全球大気モデルを使用して 1 箇月予報を行い、北半球における特徴的な循環場や、これに伴う日本付近の低温を十分表現するためには、初期値(大気、及び陸面)、並びに下部境界値(SST、及び海氷密度)のいずれが重要かを調べた。さらに、日本付近の寒冬予報や、これに関連するとされる熱帯の対流活動の予報に、SST がどの程度関与するのかを調査した。

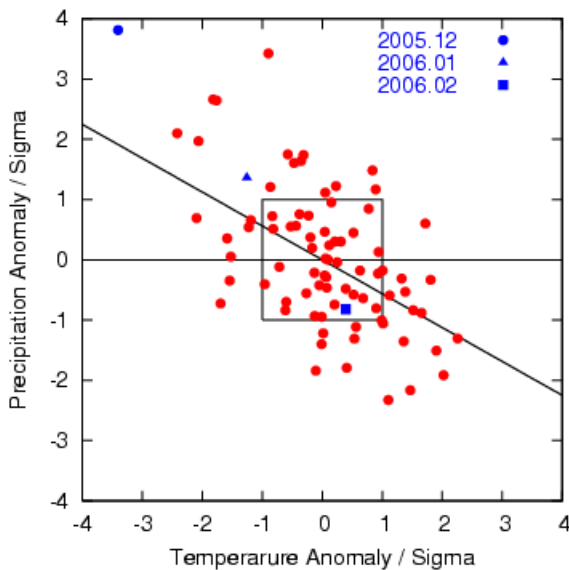


図 1 AMeDAS 地点津南(新潟県中魚沼郡津南町)における気温と降水量の関係

観測点は、北緯 36 度 59.8 分、東経 138 度 41.0 分。使用したデータは、1979/80 年 DJF~2006/07 年 DJF の 28 シーズン分の月平均値(気温、及び降水量)。統計期間(平均、標準偏差、回帰直線)は、1981/82 年~2000/01 年の 20 年。 $\pm 1\sigma$ の領域を矩形で示した。

2. 実験設定

使用した大気モデルは気象庁統一全球大気モデル(斉藤,2004; 竹内,2005)で、解像度は TL95L40 である。気象庁全球サイクル解析(Ca; 竹内, 2002)を使用して SV 法(高野, 1994)により 7 メンバーの初期値を作成し、アンサンブル予報実験を行った。

下部境界値として与える SST が予報に与える影響を見るため、(1)初期の SST 偏差が持続する、(2)気候値の SST を与え続ける、(3)SST 解析値を使用する実験を行った、この他、陸面初期値や海氷密度の影響を見るため、(4)SST と陸面初期値が共に気候値、(5)SST、及び海氷密度が共に解析値、と計 5 種類の実験を行った。

SST 偏差には気象庁 SST 解析を、SST、及び海氷密度の気候値には、HadISST(Rayner et al., 2003)、及び NCEP 2D-Var (Reynolds et al.)を使用した。海氷密度の解析値には、COBE(石井ほか, 2003)を使用した。実況の解析には Ca を、気候値としては JRA-25 (Onogi et al., 2005)を使用した。OLR は CPC/NOAA のデータを使用した。データの統計期間は、全て 1981 年から 2000 年の 20 年である。

3. 評価手法

2005 年 12 月 1 箇月の平均状態について、以下の 7 種の指標 (a)~(g)を用いて評価を行った。

日本付近の低温を表す指標として、(a)500hPa 気圧面ジオポテンシャル高度(Z500_Jpn)、及び(b) 850hPa 気圧面気温(T850_Jpn)を、各種パターン指数として(c)AO、(d)WP、及び(e)EU の各 Index を採用した。AO Index は、 20° N 以北 Z500 の EOF 第 1 モードである。WP Index、及び EU Index は、Wallace and Gutzler(1981)の定義に最も近い格子点を使用してパターンを求め、このパターンに射影することにより求めた。このほか、実況との類似度を評価するため、 20° N 以北に関し気候値からの偏差場について(f) パターン相関を求めた。また、2005 年 12 月はベンガル湾からインドシナ、南シナ海にかけて対流活動が活発であった。こうした熱帯の積雲対流活動が 12 月の異常低温と深く関わっている可能性が指摘されている(前田ほか, 2006)ため、(g)インドの OLR(OLR_Ind)も評価の対象に加えた。指数はいずれも標準化を施した。

4. 実験結果

(1)~(5)の実験のアンサンブル平均に対し、前節で示した(a)~(g)の指標で予報の成績を示したのが図 2 である。横軸は実験に使用した大気の初期値を示す。

(1)~(5)のどの実験に対しても、また指標を(a)~(f)のいずれとした場合も、11 月中旬を境に予報傾向が変化していることが分かる。すなわち日本付近の低温と関連して図 2a~2c の Z500_Jpn、T850_Jpn、AO Index では値は負の方向に振れ、図 2d~2e の WP Index、EU Index では正の方向に値が振れている。また図 2f の実況と予報の相関は 0 付近から 0.4~0.6 にジャンプしている。これらの結果から、11 月中旬を境にして半

球規模での大気の前報可能性が良くなり、これに伴って日本付近の低温表現も向上することが分かった。

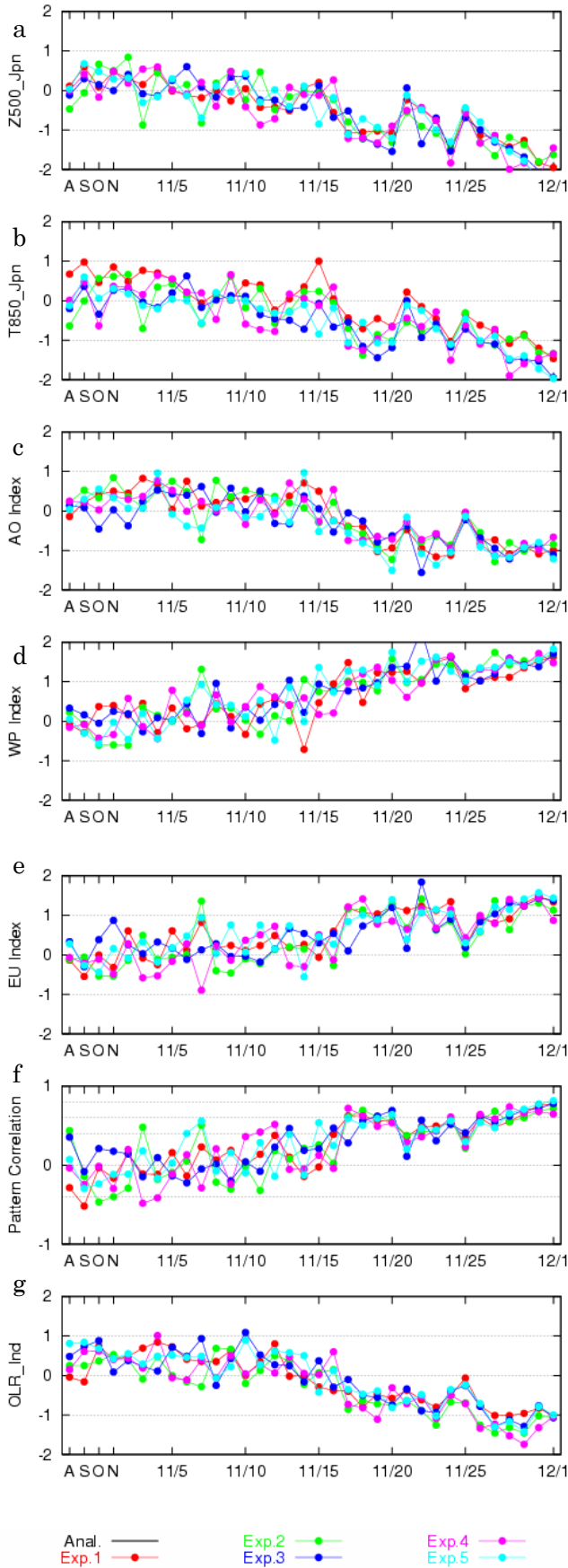


図2 大気初期値の変化に伴う予報結果の相違

実況を黒色太線、実験(1)~(5)をExp. 1~5で表す。横軸は使用した大気初期値を、A、S、O、Nはそれぞれ8/1、9/1、10/1、11/1表す。(f)の点線は、-0.4、0、0.4、0.6、0.8

Z500_Jpn/T850_Jpn と OLR_Ind とは高い相関を有し、その高い相関は SST の与え方に依らない(図3)。こうした OLR_Ind が、初期値、及び下部境界値の変化に伴って如何に遷移するかを示したのが図2gである。(a)~(f)同様、11月中旬を境とする予報傾向の相違が(g)にもあり、SSTの相違による対流活動の差は見られない。

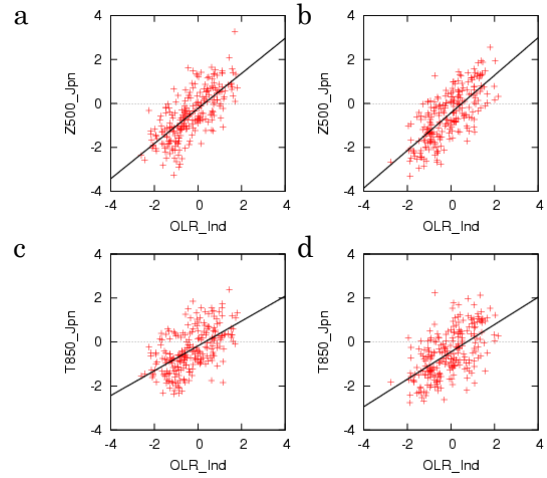


図3 日本のZ500/T850と、インドのOLRの関係

実験に用いた SST が気候値の場合(a及びc)と、解析値である場合(b及びd)とを示す。(a) 実験2のZ500対OLR (b) 実験3のZ500対OLR (c) 実験2のT850対OLR (d) 実験3のT850対OLR

次に、下部境界値として与える SST の相違が予報傾向の相違として現れるか否かを調べるため、 20° N以北のZ500に対し主成分解析を行った。EOF1を図4aに、このパターンの負荷量を図5aに示す。

寄与率が16%であるこのパターンの現れ易さは、実験(1)~(5)の全てにおいて11月中旬を境に大きく変動しており、陸面初期値、又は下部境界値による一貫した影響は見られない。大気の初期値に由来する予報傾向の相違を表したパターンである。次に、規準化 Varimax 法により求めた REOF4を図4bに、その負荷量を図5bに示す。このパターンは、極付近に低偏差、ヨーロッパと北東アジアに正偏差という Polar Eurasian パターンに対応し、その寄与率は8%に満たないが、SST 解析値を使用した実験(3)、及び(5)において、大気の初期値に拘わらずほぼ一貫して負荷量が低く、気候値の SST を使用した実験(2)、及び(4)においてほぼ一貫して高い。このことから、このパターンの形成に SST の寄与があり、SST が気候値の場合、Polar Eurasian パターンは正の位相となって暖冬傾向であり、SST が解析値の場合、負の位相で寒冬傾向となることが分かる。

SST と熱帯の対流活動との関係を整理するため、 0° から 20° N、 60° E から 150° E の領域の OLR について主成分解析を行った。EOF2を図4cに、その負荷量を図5cに示す。寄与率は12%である。SST の相違による対流活動の相違は、図2g同様、図5cからも確認できない。このことから、インドの対流活動は SST に由来するものではなく、大気の循環場によって励起されたものであることが示唆される。

陸面初期値、及び海水の影響を見るため、EOF1 から EOF10、及び REOF1 から REOF10 の負荷量が、実験 2 と実験 4 との間、及び実験 3 と実験 5 との間で異なるかも調べたが、図 5b の様な差異を確認することはできなかった。

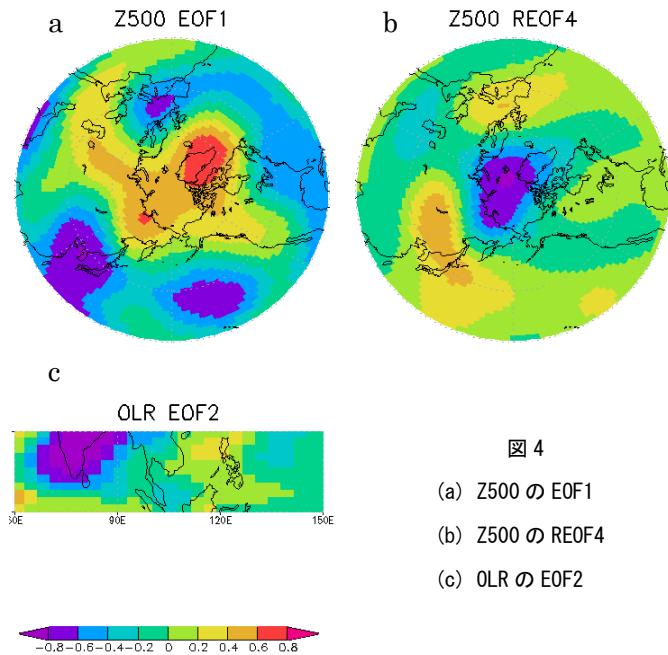


図 4

- (a) Z500 の EOF1
- (b) Z500 の REOF4
- (c) OLR の EOF2

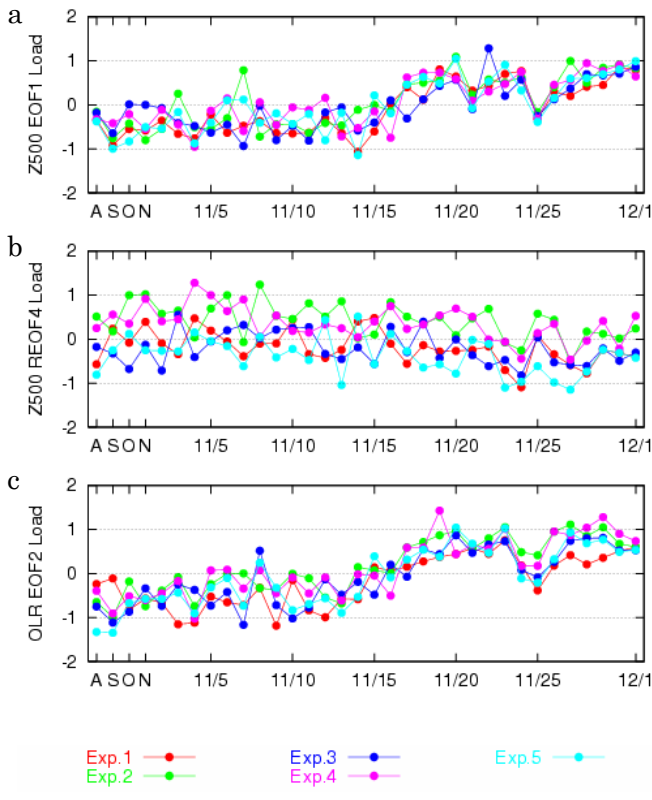


図 5 大気初期値の変化に伴う予報結果の相違

実験(1)～(5)を Exp. 1～5 と表す。横軸は使用した大気の初期値を、A、S、O、N はそれぞれ 8/1、9/1、10/1、11/1 表す。

- (a) Z500 の相関行列より求めた EOF1 の負荷量
- (b) (a)に同じ。ただし、REOF4
- (c) OLR の相関行列より求めた EOF2 の負荷量

5. まとめ

2005 年 12 月の異常な低温や、これをもたらす北半球循環場を高い確率で予報するためには大気の初期値が決定的な役割を演じており、我が国の寒冬と関連が示唆されるインドの対流も、循環場によって励起されたことが示唆された。しかしながら、中高緯度における寒冬パターンの形成には、SST も部分的には寄与していることも確認された。海水や陸面初期値の相違による予報傾向の有意な差は確認できなかった。

参考文献

- 石井正好, 小司晶子, 杉本悟史, 松本隆則, 2003: 海面水温ならびに海上気象要素の客観解析データベース: COBE, *月刊海洋*, **35**(11), 793-797.
- 斉藤和雄, 2004: 全球モデル開発プロジェクト, *数値予報課報告別冊*, **50**, 気象庁予報部, 1-7.
- 高野清治, 1994: アンサンブル予報, *平成6年度長期予報研修テキスト*, 気象庁予報部, 14-28.
- 竹内義明, 2002: 全球3次元変分法, *数値予報課報告別冊*, **48**, 気象庁予報部, 17-36.
- 竹内義明, 2005: 全球モデル開発プロジェクトのまとめ, *数値予報課報告別冊*, **51**, 気象庁予報部, 1-6.
- 前田修平, 佐藤均, 小林ちあき, 2006: 2005 年 12 月の日本の硫黄低温と大気大循環, *平成18年度季節予報研修テキスト*, 気象庁地球環境・海洋部 編 74-86.
- Onogi, K., H. Koide, M. Sakamoto, S. Kobayashi, J. Tsutsui, H. Hatsushika, T. Matsumoto, N. Yamazaki, H. Kamahori, K. Takahashi, K. Kato, R. Oyama, T. Ose, S. Kadokura, K. Wada, 2005: JRA-25: Japanese 25-year reanalysis project —progress and status. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.* The 4th Data Assimilation Conference Special Issue, **131**, 3259-3268.
- Rayner, N. A., D. E. Parker, E. B. Horton, C. K. Folland, L. V. Alexander, D. P. Rowell, E. C. Kent, and A. Kaplan. 2003. Global analysis of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century. *J. Geophys. Res.*, **108**(D14), 4407
- Reynolds, R. W., N. A. Rayner, T. M. Smith, D. C. Stokes and W. Wang, 2002: An improved in situ and satellite SST analysis for climate. *J. Climate*, **15**, 1609-1625.
- Wallace, J. M., and D. S. Gutzler, 1981: Teleconnections in the geopotential height field during the northern hemisphere winter. *Mon. Wea. Rev.*, **109**, 784-812.