

日本の冬季気温の経年変動とその大規模 大気循環場との関係

安中 さやか*・花輪 公雄**

要旨

日本の冬季気温の経年変動を、大規模大気循環場との関係に着目して考察する。日本の地点気温に対する回転主成分分析により、北西季節風の強さに関連した二つの卓越した気温変動パターンが抽出される。第1モードは、本州および南西諸島の気温変動を表すモードである。風による温度移流の効果が気温偏差と関連することが示唆される一方、本州太平洋側の日照時間は、気温が低いときに長い傾向がある。また、大規模循環場は西太平洋(WP)パターンを伴っており、エルニーニョ・南方振動(ENSO)と関係することがわかる。第2モードは、北日本の気温変動を表し、1988/89年に大きな変化を示す。温度移流の効果が気温偏差と関連することが示唆されるが、日照時間との相関は低い。また、対応する大気循環場のパターンは、北極振動に類似している。

1. はじめに

日本の冬季の気候には、寒冬や暖冬など、大きな気温の経年変動が存在する。冬季の日本周辺は、ユーラシア大陸上のシベリア高気圧と北太平洋上のアリューシャン低気圧の間に形成される大きな東西気圧勾配に伴う冷たい北西季節風が卓越しており(第1図)、その変化が、日本の冬の寒暖に強く影響していることが知られている(例えば松村・謝 1998; Xie *et al.* 1999)。すなわち、日本の冬季の気温変動は、大規模な大気循環場の変化と密接に関係している。

大規模な気温や大気循環場の経年変動に関して、いくつかの卓越変動が、多くの研究で記述されてきた。小出・小寺(1998)は、過去30年間の北半球における海面水温と500 hPa ジオポテンシャル高度を特異値分解し、二つの卓越変動を抽出した。ひとつはエルニーニョ・南方振動(ENSO: El Niño/Southern Oscillation)に関連するもので、もうひとつは、成層圏下部

の極渦変動に関係するものだった。エルニーニョ時に、東アジアの北西季節風は弱まり(例えば Hanawa *et al.* 1989)、日本周辺の海面水温は高くなるとともに(例えば Hanawa *et al.* 1988)、日本は暖冬傾向にある(宮崎 1989; Xie *et al.* 1999)。さらに、Kodera (1998) および Koide and Kodera (1999) は、ENSO 変動は、太平洋・北アメリカ(PNA: Pacific/North American)パターン(Wallace and Gutzler 1981)を伴うものと、西太平洋(WP: Western Pacific)パターン(Wallace and Gutzler, 1981)を伴うものに分離できることを示した。一方、極渦変動は、今は北極振動(または、北半球環状モード)として知られており、北極を中心とした同心円状の気圧偏差パターンで特徴づけられる(Thompson and Wallace 1998; 山崎 2004)。極渦が強まる時、東アジア季節風は弱まり(Jhun and Lee 2004)、日本周辺の海面水温が高くなるとともに(Yasunaka and Hanawa 2001)、北日本の気温が上昇することが知られている(Xie *et al.* 1999)。

このように、大規模場の卓越変動が、北西季節風の変化を介して、日本やその周辺の気候に影響することが示されてきた。しかし、日本の気温の経年変動は、大規模場の卓越変動の重ね合わせで表現されると予想されるが、日本の気温変動に焦点を当てた総合的な統

* 日本学術振興会特別研究員・東京大学気候システム研究センター。

y_sayaka@ccsr.u-tokyo.ac.jp

** 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻。

—2007年6月28日受領—

—2007年12月13日受理—

計解析は行われておらず、日本の気温にはどのような変動が存在するのか明らかになっていない。Yasunaka and Hanawa (2006) は、日本の夏季気温の経年変動に対する二つの卓越変動パターンを、地点気温に対する回転主成分分析を用いて抽出し、それらと大気循環場との統計的關係や、既に知られた大規模大気循環パターンとの関係を調べた。第1モードは、本州で大きな偏差を示し、チベット高気圧の勢力との関連を示した。第2モードは北日本で大きな偏差を示し、浅

いタイプのオホーツク海高気圧 (Tachibana *et al.* 2004) の出現および冷たい北東風との関連があり、太平洋・日本 (PJ: Pacific-Japan) パターン (Nitta 1987) に似た気圧偏差の波列がみられた。本研究では、Yasunaka and Hanawa (2006) と同様の手法を用いて、日本の冬季気温変動の時空間構造を明らかにし、それらと関係する大気循環場の変動を調べる。

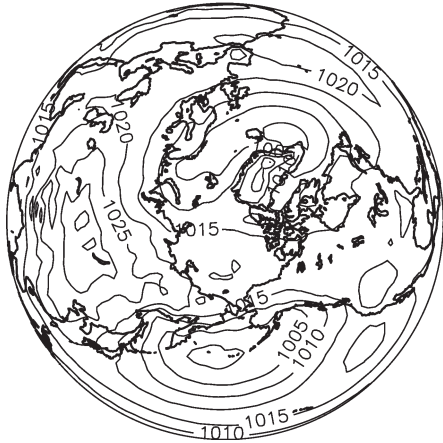
第2節では本研究で用いたデータを説明し、第3節で、地点気温に対する回転主成分分析を用いて、日本の冬季気温の卓越変動モードを抽出する。第4節では、卓越モードに関係する日本周辺の大気循環場の変化を記述し、第5節で、大規模大気循環場の変動との関係を調べる。そして、第6節で、本研究の結果をまとめる。

2. 使用したデータ

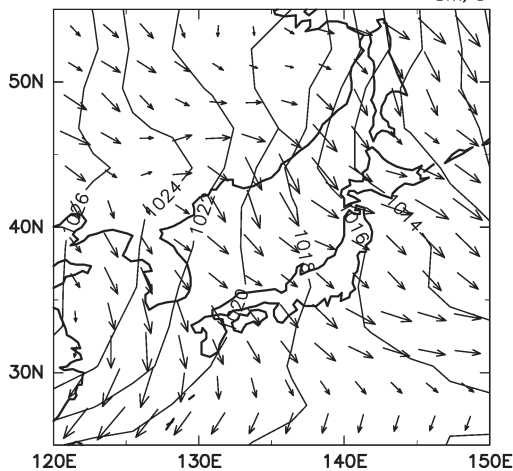
気象官署155地点 (第2図) の月平均気温および月平均日照時間を用いる。いくつかの地点では、観測地点変更に起因するデータの不連続が報告されているので (気象庁 2005), 変更後の期間のみを用いる。日照計は、1986年から1990年の間に、ジョルダン日照計から回転式日照計に置き換えられたので、ジョルダン日照計による日照時間を回転式日照計によるものへ変換してから (気象庁 2005参照), 解析に用いる。

月平均海面気圧, 地表風, 地表気温および300 hPa 高度面での東西風は、米国環境予測センター (NCEP)・

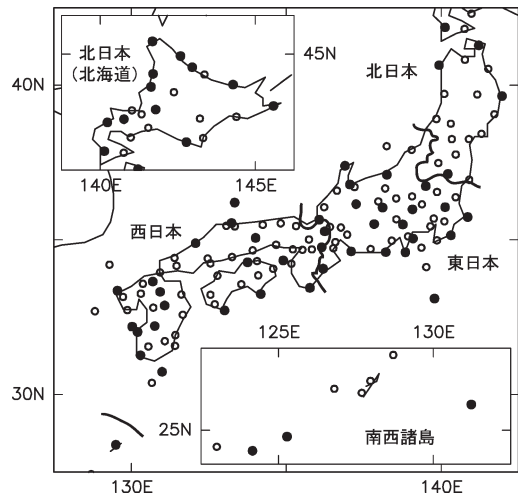
(a) CLIM(DJF;SLP)



(b) CLIM(DJF;SLP+WND)



第1図 米国環境予測センター (NCEP)・米国大気研究センター (NCAR) の再解析データによる (a) 北半球の海面気圧と (b) 日本周辺域の海面気圧と風の冬季 (12~2月) 気候値 (1951~2002年)。等値線間隔は (a) 5 hPa と (b) 2 hPa。



第2図 解析に用いた155地点の気象官署。黒丸は、主成分分析および回転主成分分析に用いた59地点を示す。

米国大気研究センター (NCAR) の再解析データ (Kalnay *et al.* 1996) を用いる。

北西季節風の指標として, Jhun and Lee (2004) に従い, 300 hPa 高度面での東西風を二つの領域 (北緯27.5–37.7度, 東経110–170度および北緯50–60度, 東経80–140度) で平均し, その差から得られる東アジア冬季季節風 (EAWM; East Asian Winter Monsoon) 指数を用いる。ENSO の指標として, Nino3.4 指数を用いる (http://www.cgd.ucar.edu/cas/catalog/climind/TNI_N34/; Trenberth 1997)。これは, 北緯5度–南緯5度, 西経120度–170度で平均した海面水温で定義されている。WP 指数は, 米国気候予測センター (CPC) により公開されているものを用いる (Barnston and Livezey 1987; <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledec/telecontents.html>)。北極振動指数は, 北半球海面気圧の第1主成分の時係数で定義されており (Thompson and Wallace 2000), http://www.atmos.colostate.edu/ao/Data/ao_index.html から入手した。

本研究では, 12月から2月までの間で平均した冬季平均値を主に用いる。例えば, 1999年12月から2000年2月を2000年冬季と呼ぶ。解析期間は, 主に, 1951年から2002年までの52年間とする。主成分分析および回転主成分分析は, 解析期間中に欠損がなく, 都市化の影響が小さいと考えられる人口10万人以下の59地点 (第2図の黒丸) の気温偏差に対して行う。

3. 日本の冬季気温の卓越変動モード

3.1 主成分分析の結果に対するコメント

日本の冬季気温の卓越変動モードを抽出するために, 地点気温に対して主成分分析を行う。主成分分析は, できるだけ少数のモードで多くの変動を説明するように解析場を展開する手法である。相関行列を用いた主成分分析では, 二つの卓越モードが抽出される。ひとつは日本全域で同符号のパターンを示し, もうひとつは西日本から南西諸島にかけてと北日本で逆符号を示す (図は省略)。しかし, このパターンは, 主成分分析の領域依存性に起因するパターン (Richman 1985) とよく似ている。詳細は省略するが, 両モードとも WP パターンと北極振動の双方と関係があることがわかった。つまり, 通常的主成分分析では, 個々の大規模循環場と対応する変動を抽出できないといえる。そこで, 本研究では, 回転主成分分析を用いるこ

とにした。

なお, クラスタ解析などを用いて, 日本各地の地点気温をいくつかの領域に分けることも可能である。しかし, 本研究の目的は, 領域分けすることではなく, 日本の気温変動を大規模循環場の変動に対応する少数のモードの重ね合わせで説明することであるので, 回転主成分分析を用いる。

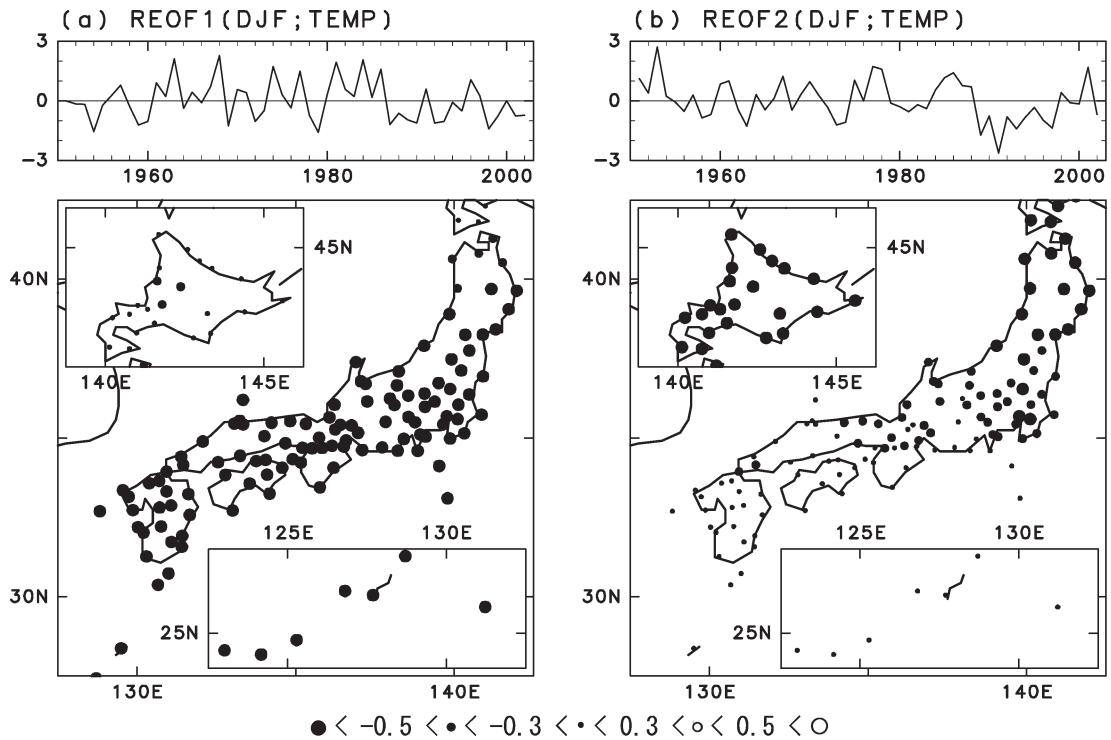
3.2 日本の冬季地点気温に対する回転主成分分析の卓越変動モード

大規模大気循環場に対応した日本の冬季気温の卓越変動モードを抽出するため, 地点気温に対して回転主成分分析を行う。回転主成分分析は, 主成分分析のひとつで, 物理的解釈が簡単になるように, 一つのモードが説明する変動域を局在化させる特徴を持つ (Richman 1985)。本研究では, 気候変動研究に広く適用されている Varimax 直交回転を用いて, 全変動の97.5%以上を説明する上位10モードを算出した。

第3図は, 1951年から2002年の第1モードおよび第2モードの時係数と, それらに対する地点気温の回帰係数の分布を示す。寄与率はそれぞれ62.8%と27.5%である。第1モードは, 本州および南西諸島において同符号の変化を示す (第3図a)。一方, 第2モードは, 北日本で大きな回帰係数を示す (第3図b)。第1モードは, 西日本の気温変動の80%以上, および, 東日本と南西諸島の65%以上を説明する。第2モードは, 北海道の気温変動の80%以上を説明する。

さらに, 20世紀前半における気温変動を調べるために, 1910年から1950年までの41年間と, 1910年から2002年までの93年間に対しても, 回転主成分分析を行った。ただし, 解析の対象となる地点は, 解析期間に欠損のない16地点に限られる。その結果, 得られた卓越変動パターンは, 1951年以降のものによく似ていることがわかった (図は省略)。また, 時係数間の相関は, ほぼ1である (第1表)。すなわち, 過去約100年間, 日本の気温の卓越変動パターンは変化していないといえる。以降, 1951年から2002年の52年間の解析結果のみを示すが, 過去約100年間にわたっても同様であることが予想される。

各月の地点気温に対する回転主成分分析も行った。すべての月において, 冬季平均とよく似た変動パターンを示すと同時に (図は省略), 冬季平均による時係数との相関も高く, 説明する変動の割合もよく対応していた。



第3図 1951年から2002年の地点気温に対する回転主成分分析により得られた卓越変動モードの時係数(上)と地点気温の回帰係数(下)。単位は1°C。(a)第1モード、(b)第2モード。

第1表 1910-2002年のデータから得られた卓越変動モードの時係数と、1910-1950年および1951-2002年のデータから得られた時係数との相関係数。

		1910-1950	1951-2002
第1モード	1910-2002	1.00	0.90
第2モード	1910-2002	1.00	0.97

4. 日本周辺の大気循環場の変化

この節では、前節で抽出された地点気温の卓越変動モードに係る日本周辺の大気循環場の変化を記述する。第4図と第5図は、それぞれ第1モードと第2モードの時係数に対する海面気圧、地表風、地表気温および地点日照時間の回帰係数の分布(回帰図)を示す。地点日照時間に関しては、5時間以上の大きさの回帰係数は、ほぼ有意水準5%で有意である。

4.1 第1モード

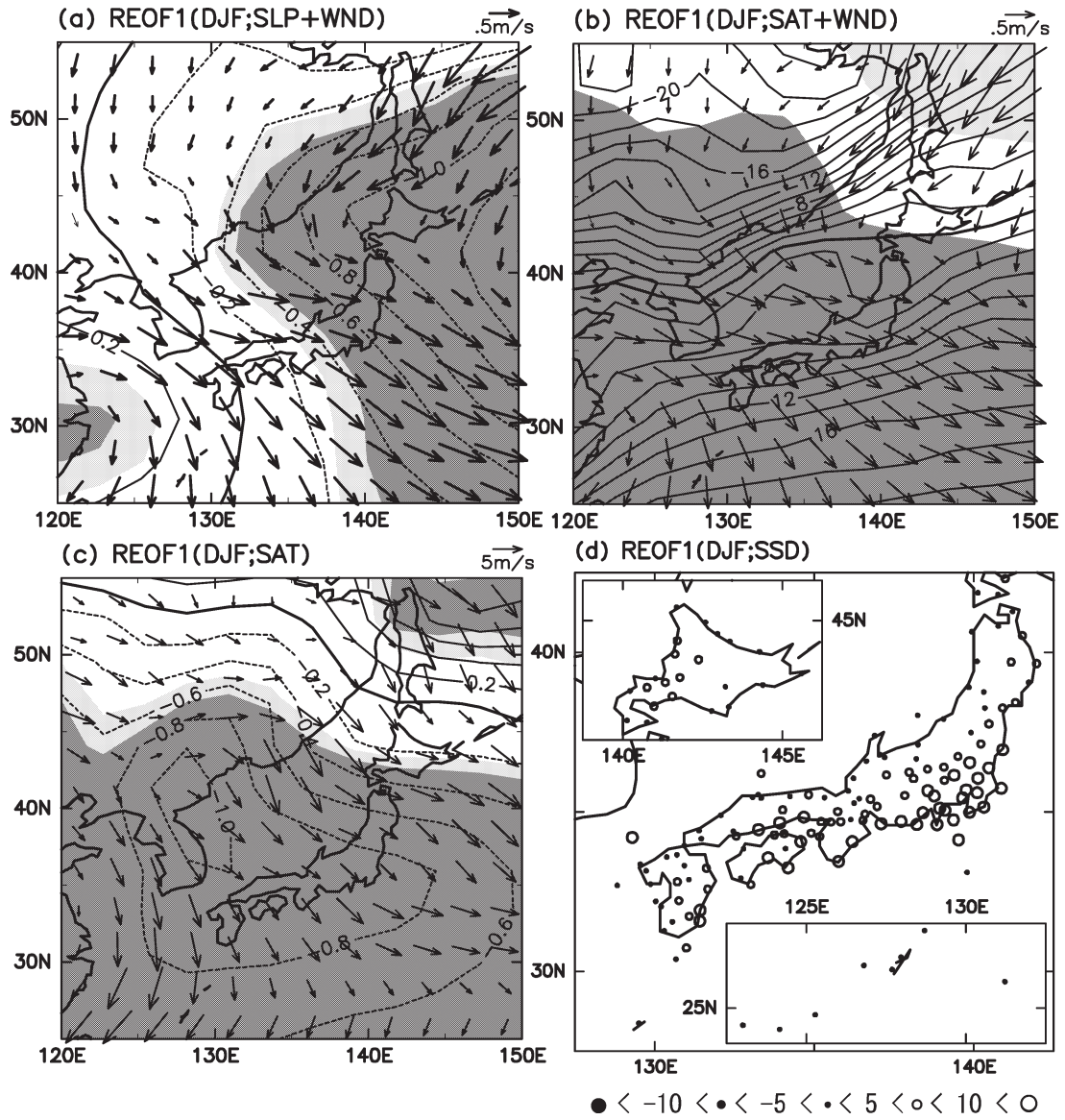
第1モードに対する海面気圧の回帰図は、日本の東から西に向かって回帰係数が増加している(第4図a)。この気圧パターンは、気圧の東西勾配が強化し

ていることを意味する(第1図b参照)。また、気圧勾配強化に伴い、本州から南西諸島において、ユーラシア大陸から吹きこむ冷たい北西季節風も強化している(第4図a)。実際、北西季節風の指標であるEAWM指数との相関は、0.72であり、有意水準5%で有意である。

次に、このモードに伴う気温偏差を説明するために、温度移流や日照時間との関係を調べる。本州から南西諸島における北西風偏差は、地表気温気候値の等値線に直交する成分を持っており、寒気の流入強化を示す(第4図b)。また、本州から南西諸島における風気候値の上流により大きな負の地表気温偏差があり、通常より冷たい空気塊の流入を示唆する(第4図c)。すなわち、日本の負の気温偏差は、風による温度移流の変化と関連することが示唆される。一方、正の日照時間偏差が本州の太平洋側に現れ、この地域の気温偏差を抑制していることが示唆される(第4図d)。

4.2 第2モード

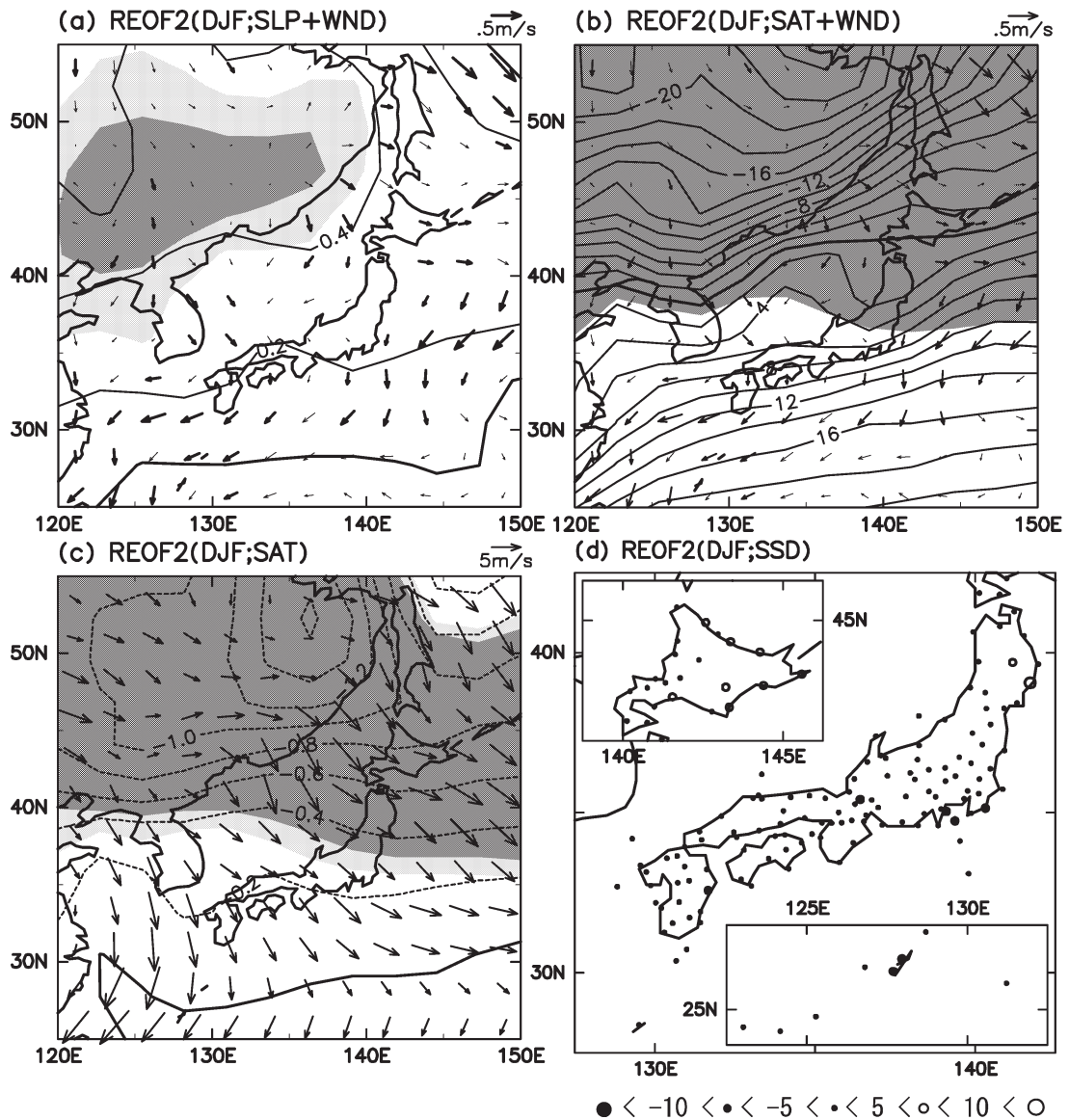
第2モードに対する回帰図は、中国大陸の有意な正



第4図 第1モードに対する回帰図。(a) 海面気圧の回帰係数(等値線)と風回帰係数(矢印)。等値線間隔は0.2 hPa。破線は負値。濃い(薄い)陰影は、海面気圧の回帰係数が有意水準1%(5%)で有意である領域。太い矢印は、有意水準5%で有意であるもの。(b) 地表気温の回帰係数(陰影)と風回帰係数(矢印)。薄い陰影は0.3°C以上、濃い陰影は-0.3°C以下。地表気温気候値の等値線を重ねて示す。等値線間隔は2°C。(c) 地表気温の回帰係数。等値線間隔は0.2°C。破線は負の値。濃い(薄い)陰影は、有意水準1%(5%)で有意である領域。矢印は風気候値を示す。(d) 日照時間の回帰係数。単位は1時間。

の海面気圧偏差とともに、北日本で北西風偏差を示す(第5図a)。すなわち、北日本において気圧の東西勾配および北西季節風が強まっている(第1図b参照)。EAWM指数との相関は0.40であり、有意水準5%で有意である。

北日本における北西風偏差は、地表気温気候値の等値線に交わる向きになっているとともに(第5図b)、北日本における風気候値の上流に、より大きな負の地表気温偏差がある(第5図c)。すなわち、風による温度移流の変化が、日本の負の気温偏差と関連



第5図 第4図と同様、ただし第2モードに対する回帰図。

することが示唆される。一方、日照時間の回帰係数は小さく有意でない(第5図d)。

5. 大規模大気循環との関係

この節では、卓越変動モードに対応する大規模スケールでの大気循環を記述する。第6図(第7図)は、第1モード(第2モード)の時係数に対する、海面気圧と地表気温の回帰図を示す。

5.1 第1モード

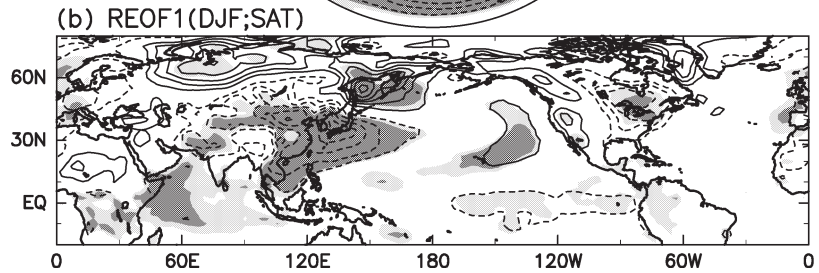
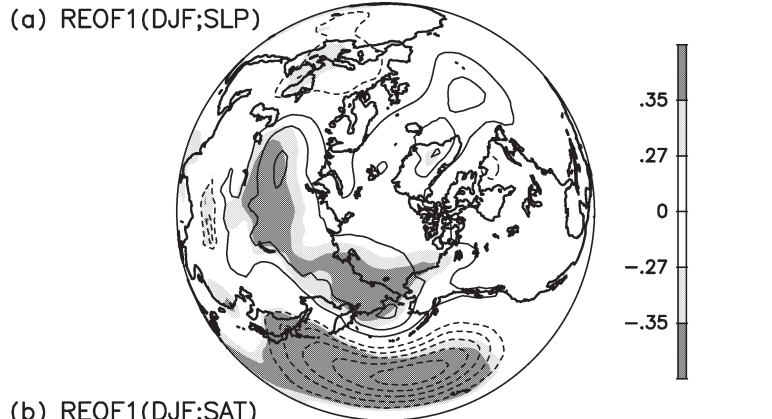
第1モードに対する海面気圧の回帰図は、北太平洋で負の値、ユーラシア大陸北部で正の値を示す(第6図a)。これは、アリューシャン低気圧の南側への拡大とシベリア高気圧の強化に対応する(第1図a参照)。また、地表気温の回帰図は、北大西洋西部からユーラシア大陸南部で負、オホーツク海上とユーラシア大陸北部で正を示す(第6図b)。これらは、負の位相のWPパターン(Wallace and Gutzler 1981)。

およびそれに伴う地表気温パターン (Koide and Kodera 1999) によく似ている。実際、第1モードの時係数とWP指数との相関は、 -0.50 であり、有意水準5%で有意である。Koide and Kodera (1999) によると、WPパターンを伴うモードは、北半球の地表気温・500 hPa ジオポテンシャル高度場において3番目に卓越するモードである。

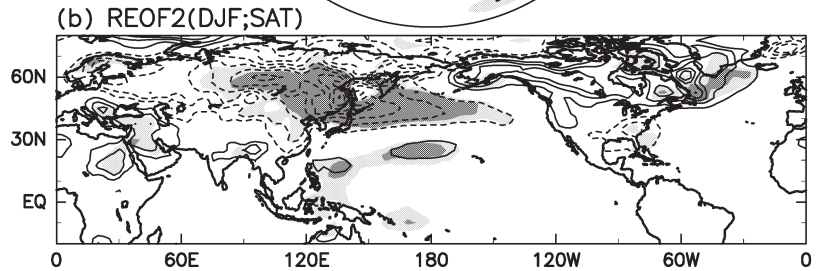
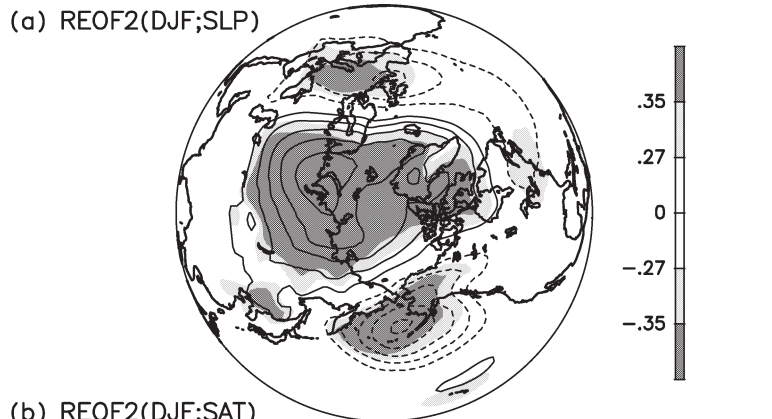
WPパターンは、ENSO時に励起されるテレコネクションパターンのひとつとして知られている (Horel and Wallace 1981)。実際、地表気温の回帰図は、ラニーニャ状態に対応するような熱帯太平洋中央部から東部での弱い負値を示しており、第1モードとNino 3.4指数との相関は -0.31 で、有意水準5%で有意である。また、Nino 3.4指数に対する日本の地点気温の回帰係数は、第1モードに対するものと比べて係数の大きさは小さいものの、北日本を除く日本全域で同符号の偏差を示す。これは、ラニーニャ (エルニーニョ) 時に、日本は厳冬 (暖冬) 傾向であるとの他の研究の結果 (宮崎, 1989; Xie *et al.* 1999) と一致する。

5.2 第2モード

第2モードに対する海面気圧の回帰図 (第7図a) は、アリューシャン低気圧の強化とシベリア高気圧の



第6図 第1モードに対する (a) 海面気圧と (b) 地表気温の回帰図。等値線間隔は (a) 0.5 hPa と (b) 0.2°C。破線は負の値。濃い (薄い) 陰影は、有意水準1% (5%) で有意である領域。



第7図 第6図と同様。ただし第2モードに対する回帰図。

北部への拡大を含む、極域とその周りでのシーソー構造を示す。これは、負の位相の北極振動 (Thompson and Wallace 1998) に似ている。実際、第2モードの時係数と北極振動指数の相関係数は -0.49 で、有意水準5%で有意である。北極振動指数に対する日本の地点気温の回帰パターンは、Xie *et al.* (1999) が北大西洋指数を用いて示したように、第2モードに対する回帰パターンと同様、北日本に偏差が現れる。Jhun and Lee (2004) は、長周期 (10年以上) の東アジア季節風変動が北極振動と関連していることを示した。一方、地表気温の回帰図 (第7図b) は、東アジアから北太平洋の広い範囲で負になっている。実際、北極振動が負の位相のとき、東アジアにおける寒気の吹き出しの頻度が増加することが知られている (Jeong and Ho 2005)。

第2モードの時係数は、1988/89年に大きく変化し、その後、約10年間、負偏差を持続している (第3図b)。北極振動や北大西洋振動の位相反転と関係した半球規模の気候変化が、1988/89年に起こったことが知られており (Watanabe and Nitta 1999; Yasunaka and Hanawa 2002)、それに伴い日本の気温にも大きな変化があったと考えられる。Watanabe and Nitta (1999) および Jhun and Lee (2004) は、1988年秋季にユーラシア大陸の雪が減少したことが、この変化の主な原因であることを示唆した。

なお、第1モードと北極振動指数、および、第2モードとWP指数の相関は、それぞれ -0.26 と 0.11 で、有意水準5%で有意ではなかった。すなわち、大気大循環場の変動によく対応する日本の気温変動パターンを、回転主成分分析により、うまく抽出できたといえる。

6. まとめ

日本の冬季気温の経年変動を、大規模大気循環場との関係に着目して考察した。日本の地点気温に対する回転主成分分析により、北西季節風の強さと関連する二つの卓越した変動パターンが抽出された。第1モードは、本州および南西諸島の気温変動を表すモードだった。風による温度移流の効果が気温偏差と関連することが示唆される一方、本州太平洋側の日照時間は、気温が低いときに長い傾向があった。また、大規模循環場との関係を調べたところ、WPパターンを伴っており、ENSOと関係することがわかった。第

2モードは、北日本の気温変動を表し、1988/89年に大きな変化を示した。温度移流の効果が気温偏差と関連することが示唆されたが、日照時間との相関は低かった。また、対応する大気循環場のパターンは、北極振動に類似していた。

冬季気温の第1・2モードに対する地点気温の回帰係数の分布 (第3図) はそれぞれ、夏季気温の第1・2モードのもの (Yasunaka and Hanawa 2006のFigure 2参照) とよく似ている。日本の気温の卓越変動が、両季節において、類似した空間パターンをもつことは興味深く、今後の課題としたい。

謝辞

担当編集委員ならびに2名の査読者から、原稿の改訂に大変有益なコメントをいただきました。東京大学気候システム研究センターの本木昌秀教授からも貴重なご助言を受けました。ここに感謝いたします。

参考文献

- Barnston, A. G. and R. E. Livezey, 1987: Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. *Mon. Wea. Rev.*, **115**, 1083-1126.
- Hanawa, K., T. Watanabe, N. Iwasaka, T. Suga and Y. Toba, 1988: Surface thermal conditions in the western North Pacific during the ENSO events. *J. Meteor. Soc. Japan*, **66**, 445-456.
- Hanawa, K., Y. Yoshikawa and T. Watanabe, 1989: Composite analyses of wintertime wind stress vector fields with respect to SST anomalies in the western North Pacific and the ENSO events. Part II. ENSO composite. *J. Meteor. Soc. Japan*, **67**, 835-845.
- Horel, J. D. and J. M. Wallace, 1981: Planetary-scale atmospheric phenomena associated with the Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*, **109**, 813-829.
- Jeong, J.-H. and C.-H. Ho, 2005: Changes in occurrence of cold surges over east Asia in association with Arctic Oscillation. *Geophys. Res. Lett.*, **32**, L14707, doi: 10.1029/2005GL023024.
- Jhun, J. G. and E. J. Lee, 2004: A new East Asian winter monsoon index and associated characteristics of the winter monsoon. *J. Climate*, **17**, 711-726.
- Kalnay, E. M., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. C. Mo, C. Ropelewski, J.

- Wang, A. Leetmaa, R. Reynolds, R. Jenne and D. Joseph, 1996 : The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **77**, 437-471.
- 気象庁, 2005 : 気象観測統計資料, 気象庁, 117pp.
- Kodera, K., 1998 : Consideration of the origin of the different midlatitude atmospheric responses among El Niño events. *J. Meteor. Soc. Japan*, **76**, 347-361.
- 小出 寛, 小寺邦彦, 1998 : 冬季における最近の大気・海洋の長周期変動の特徴について. *天気*, **44**, 535-550.
- Koide, H. and K. Kodera, 1999 : A SVD analysis between the winter NH 500-hPa height and surface temperature fields. *J. Meteor. Soc. Japan*, **77**, 47-61.
- 松村伸治, 謝 尚平, 1998 : 日本列島および日本海上の経年気候変動に及ぼす冬季季節風の影響. *天気*, **45**, 781-791.
- 宮崎保彦, 1989 : エル・ニーニョ年の日本の天候の特徴. *天気*, **36**, 489-498.
- Nitta, T., 1987 : Convective activities in the tropical western Pacific and their impact on the Northern Hemisphere summer circulation. *J. Meteor. Soc. Japan*, **65**, 373-390.
- Richman, M. B., 1986 : Rotation of principal components. *J. Climate*, **6**, 293-335.
- Tachibana, Y., T. Iwamoto, M. Ogi and Y. Watanabe, 2004 : Abnormal meridional temperature gradient and its relation to the Okhotsk high. *J. Meteor. Soc. Japan*, **82**, 1399-1415.
- Thompson, D. W. J. and J. M. Wallace, 1998 : The Arctic Oscillation signature in wintertime geopotential height and temperature fields. *Geophys. Res. Lett.*, **25**, 1297-1300.
- Thompson, D. W. J. and J. M. Wallace, 2000 : Annular modes in the extratropical circulation. Part I : Month-to-month variability. *J. Climate*, **13**, 1000-1016.
- Trenberth, K. E., 1997 : The definition of El Niño. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **78**, 2771-2777.
- 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.
- Watanabe, M. and T. Nitta, 1999 : Decadal changes in the atmospheric circulation and associated surface climate variations in the Northern Hemisphere winter. *J. Climate*, **12**, 494-510.
- Xie, S.-P., H. Noguchi and S. Matsumura, 1999 : A hemispheric-scale quasi-decadal oscillation and its signature in northern Japan. *J. Meteor. Soc. Japan*, **77**, 573-582.
- 山崎孝治, 2004 : 北極振動の概要. 第1章, 北極振動, 気象研究ノート, (206), 1-31.
- Yasunaka, S. and K. Hanawa, 2001 : Arctic Oscillation and corresponding sea surface temperature anomaly fields. *Tohoku Geophys. J.*, **36**, 47-63.
- Yasunaka, S. and K. Hanawa, 2002 : Regime shifts found in the Northern Hemisphere SST field. *J. Meteor. Soc. Japan*, **80**, 119-135.
- Yasunaka, S. and K. Hanawa, 2006 : Interannual summer temperature variations over Japan and their relation to large-scale atmospheric circulation field. *J. Meteor. Soc. Japan*, **84**, 641-652.

Interannual Winter Temperature Variations over Japan and Their Relation to Large-Scale Atmospheric Circulation Field

Sayaka YASUNAKA* and Kimio HANAWA**

* *JSPS Research Fellow • Center for Climate System Research, University of Tokyo, Kashiwa, Chiba, 277-8568, Japan.*

** *Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University, Sendai, 980-8578, Japan.*

(Received 28 June 2007 ; Accepted 13 December 2007)

Abstract

Interannual winter temperature variations over Japan and their relation to large-scale atmospheric circulation field are investigated. By a rotated principle component analysis onto the station temperatures, two dominant variation patterns are detected, both of which relate with the intensity of the northwesterly East Asian winter monsoon. The first mode represents a temperature variation in the Honshu island and the Nansei islands. Horizontal temperature advection by surface wind seems to be related with the temperature anomalies, while sunshine duration tends to be long when temperature is low. The first mode accompanies the Western Pacific teleconnection pattern, and relates with the El Niño/Southern Oscillation. The second mode represents a temperature variation in the Northern Japan, and shows a large change in 1988/89. Horizontal temperature advection by surface wind seems to be related with the temperature anomalies, while correlation with sunshine duration is low. Corresponding atmospheric circulation pattern is similar with the Arctic Oscillation.
