

北西太平洋域におけるブロッキングの年々変動とその要因

荒井美紀・木本昌秀（東京大学気候システム研究センター）

1. はじめに

夏季の東アジアの気候、殊に梅雨の年々変動は、オホーツク海高気圧の強弱に大きく支配されている。このオホーツク海高気圧の変動要因として上空に存在するブロッキング高気圧との関係がよく知られている。また、この領域に生じるブロッキングの夏季全体の生成頻度は年により大きく変動している。

一方、上流域にあたるユーラシア大陸の地表面状態（積雪）が春、夏を通じて下流の極東域の気候に影響を及ぼすことが Kodera and Chiba (1989) のデータ解析や Yasunari et.al (1991) の数値モデル実験により指摘されている。本研究では、主にシベリア域の地表面状態とその下流域にあたる北西太平洋に生じるブロッキング現象に着目し、相互の関係を明らかにすることを目的とする。

2. データ

NCEP/NCAR 再解析データの等圧面高度（500hPa）地表面気温、東西・南北風（300hPa）を用いた。期間は1949年1月1日-2002年12月31日の54年間で、時間間隔は1日である。

3. 夏季のブロッキングの生成頻度と春季シベリアの地表面気温との関係

まず、春季のシベリア域の地表面気温を、この時期の標準偏差が最も大きい場所である東経 80-140 度、北緯 50-70 度の矩形領域の平均気温の年間偏差でインデックス化する。ここでは長周期の変動を取り出すため、30日の低周波フィルターをかけた地表面気温に対して解析を行った。さらに、Tibaldi and Molteni (1990) の定義を参考に、以下の手順でブロッキングを

検出した。10日の低周波フィルターをかけた500hPa高度場より、ブロッキングの多い経度帯である東経 120-170 度のある緯度 ϕ_0 において、

$$Z(\phi_0) - Z(\phi_0 - 15^\circ) > 0$$

かつ

$$Z(\phi_0 + 15^\circ) - Z(\phi_0) < -8$$

となる日が6日以上連続した場合、ブロッキングが出現したとみなす。その上で、一年のうちある日の前後10日間にブロッキングが何日間起きたかをその日のブロッキングの生成頻度と定義した。

こうして計算されたブロッキングの生成頻度を、先に述べたインデックス化されたシベリア域の地表面気温が4月に高温であった年について合成した結果を図1に示す。作図に用いた4月の高温年は、シベリア域の気温インデックスの4月10日から5月10日までの平均値が、54年間の標準偏差を上回った9年（1949, 53, 68, 75, 81, 82, 85, 97, 2000年）を指す。これにより、シベリア域の高温のピーク（黒線）の約2ヶ月後までブロッキング生成頻度（赤

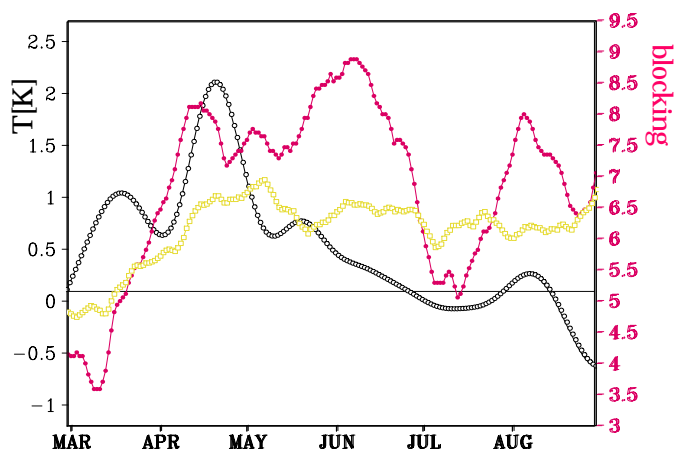


図1 シベリア域4月高温年の地上気温偏差（黒）とブロッキング生成頻度（赤：シベリア高温年のみ合成、黄：54年平均）。横軸は日付、3月から8月。

線)が平均値(黄線)を大きく上回っていることがわかる。同様の結果は、高温年として合成する期間を、4月1日 - 5月31日の間の適当な1ヶ月間で取っても得られる。つまり、春季のシベリア域の気温偏差の影響が、その後の夏季の北西太平洋域の大気場に長期間現れていると言える。

4. 春季シベリアの地表面気温がブロッキングの生成に及ぼす影響

では、春季のシベリア域の高温がどのようにして引き続き夏季の北太平洋域のブロッキングを多発させているのだろうか。このメカニズムを探るため、まず地表面温度偏差を調べた。基準として取った領域の気温と同経度のそれ

より北の気温との相関は小さい。すなわち、春季のこの領域の高温偏差は、そのすぐ北側の冷たい領域との間に大きな南北温度傾度を生じることを意味する。この南北温度傾度は上空の西風ジェットを強化する。実際にブロッキングの生じる領域であるオホーツク海付近(東経120-160度)で東西平均した300hPa面東西風の緯度-時間断面を見ると、4月は当然のことながら7月上旬に至るまで北緯70度付近に東西風の強い領域が生じている(図2)。このとき、オホーツク海域上空は、北緯20-30度付近に存在している亜熱帯ジェットとこの寒帯ジェットとの間に位置し、南北温度傾度が小さい場所となる。

図3aに4月高温年の4,5,6月平均の300hPa

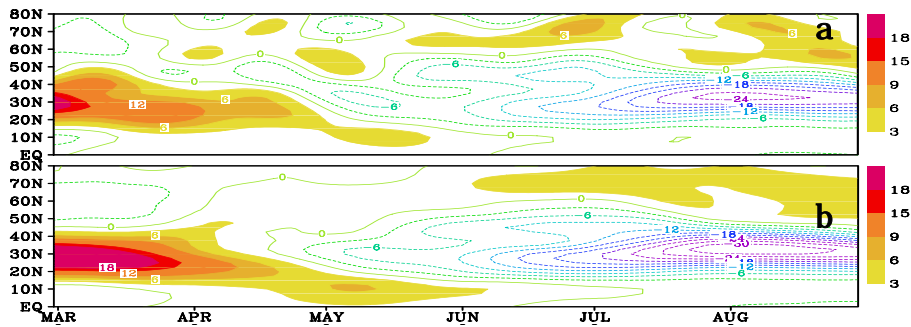


図2 極東域(東経130-160度)で平均した300hPa面東西風の緯度-時間断面。a: シベリア4月高温年の合成図、b: 54年平均。横軸は3月から8月、縦軸は北緯0度から80度までを示した。陰影は3m/s以上。

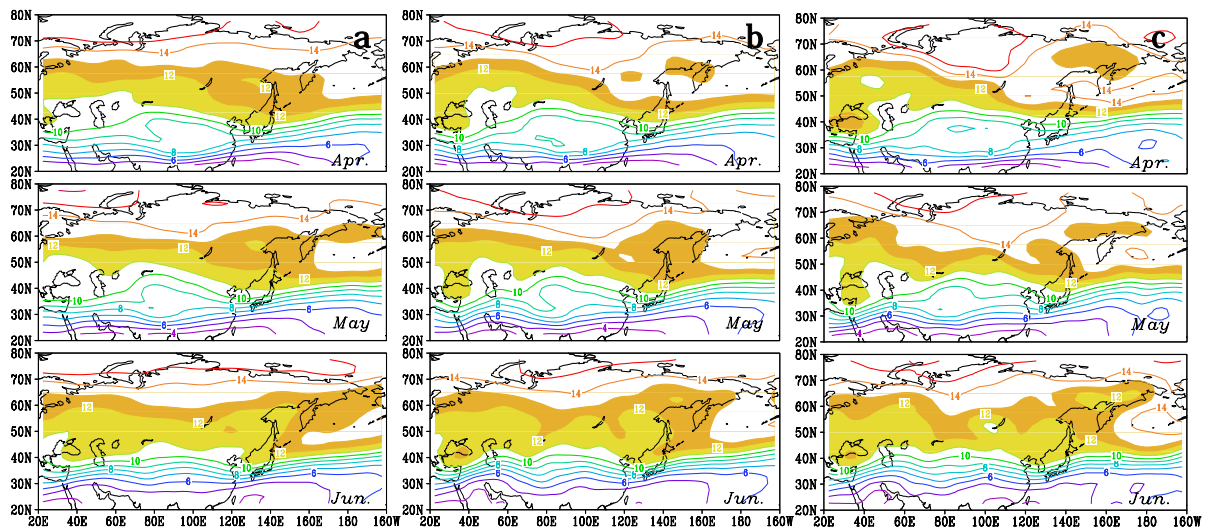


図3 a: シベリア4月高温年の300hPa面ポテンシャル渦度の合成図、b: 54年平均の300hPa面ポテンシャル渦度、c: シベリア4月低温年の300hPa面ポテンシャル渦度の合成図。いずれも上段: 4月、中段: 5月、下段: 6月。単位は $\times 10^{-5} [s^{-1}]$

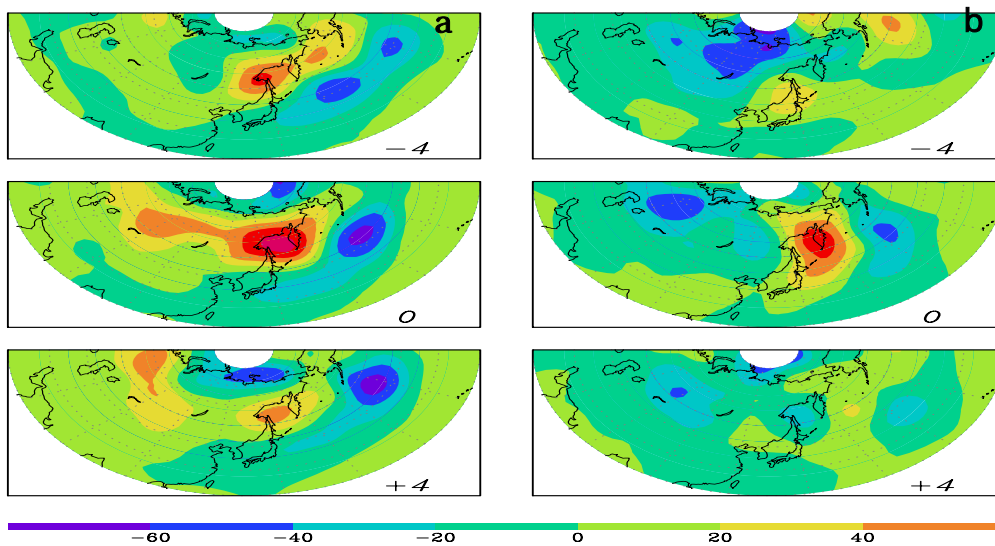


図4 a: 4月シベリア高温年に起きたブロッキング18例 b: 4月シベリア低温年に起きたブロッキング18例について、ブロッキング高気圧最発達時を基準(0日)としたときの合成図。上段: 4日前、中段: 0日、下段: 4日後。

面のポテンシャル渦度の合成図を示す。比較のため、図3b,cには54年平均と4月低温年で合成した同様の図をそれぞれ掲げた。特に、4,5月で他の二図と比較して、東経120-160度付近でポテンシャル渦度の南北勾配が緩やかになっていることがわかる。こうしたポテンシャル渦度の南北勾配の小さい領域においては、低緯度にある低ポテンシャル渦度の気塊と高緯度の高ポテンシャル渦度の気塊とのミキシングが起こりやすいと考えられる。このことは、高緯度で高気圧性循環が生じるようなブロッキングのきっかけが豊富であるということの意味する。さらに、こうした場が背景に存在することにより、いったん高緯度で生じた高気圧が高緯度側に留まりブロッキングを形成しやすいであろうと推察される。そこで、中村ら(1997)の手法を参考に、4月高温年に生じたブロッキングと4月低温年に生じたブロッキングをそれぞれイベント中のピーク時を基準として合成図を作成した(図4)。両者を比較すると、4月高温年に生じたブロッキングの方が最大発達時の高気圧偏差が大きく、かつ持続時間

も長いことがわかった。

5. まとめと今後の課題

夏季北太平洋域に観測されるブロッキングと、その上流のシベリア域の春季の地表面気温との関連について調べた結果、過去54年間のデータより以下のことが確認された。

- ・ 4月のシベリア域の気温偏差が高い年には、6月までブロッキングの生成頻度が高い状態が持続する。
- ・ 4月のシベリア域の高い気温偏差は、
 1. より北側との温度傾度が増大する。
 2. シベリア - オホーツク海上層において北緯70度近辺に西風ジェットが卓越し、既に発達している亜熱帯ジェットとのダブルジェットを形成する。
 3. ふたつのジェット間での南北渦度傾度の減少
 というプロセスを経てブロッキングが生じやすい基本場を生成する。
- ・ この基本場はブロッキングを生じやすくするのみならず、いったん生じたブロッキン

グを維持しやすく、高気圧偏差が長く高緯度に留まる。

しかしながら、ブロッキングが生成しやすいと考えられる基本場の存在と、実際にブロッキングが生じるメカニズムとは別問題である。例えば、中村ら(1997)の提唱する、月別にみたブロッキングの生成メカニズムの違いといった研究との比較や、個々のプロセスをよりきちんと把握するには、本研究で行ったデータ解析のみでは限界がある。今後はGCMを用いた数値実験などを通じてブロッキングの生成、維持についていっそうの理解を深めたいと考えている。

最後に、本研究の結果から理解される日本付近の気候への影響についても言及する。一般に、夏季に北西太平洋域のブロッキングによって下層のオホーツク海高気圧が強くなると、梅雨前線が強化されると言われている。この傾向は、本研究で用いた4月高温年で合成した温度場・降水量に、Ninomiya and Mizuno (1987) で論じられた多雨梅雨の特徴が現れていたことから確かめることができた。このことにより、春季のシベリア域の陸面状態は、梅雨前線などの引き続き夏季の極東域の天候の指標として用いることが出来ると考えられる。

参考文献

- Kodera, K. and M. Chiba, 1989: West Siberian Spring Snow Cover and East Asian June 500mb Height. *Papers in Meteorology and Geophysics*, **40**, 51-54.
- 中村尚, 泉卓也, 新保明彦, 1997: オホーツク海高気圧の形成に関わる上層のブロッキングの時間発展とその力学. 気象研究ノート, 189, 177-190.
- Ninomiya, K. and H. Mizuno, 1987: Variations of Baiu precipitation over Japan in 1951 - 1980. *J.Meteor.Soc.Japan*, **65**, 115-127.

Tibaldi, S. and F. Molteni, 1990: On the operational predictability of blocking. *Tellus*, **42A**, 343-365.

Yasunari, T., A. Kitoh and T. Tokioka, 1991: Local and Remote Responses to Excessive Snow Mass over Eurasia Appearing in the Northern Spring and Summer Climate. *J. Meteor. Soc. Japan*, **69**, 473-487