

1989年2月の成層圏大規模突然昇温*

上野 達雄**

1. はじめに

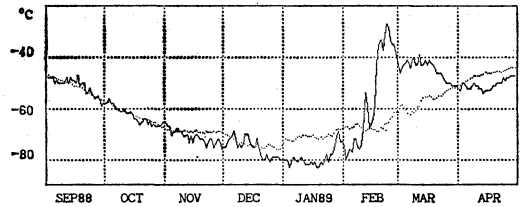
1989年2月中旬, 成層圏の極渦が2つに割れる形(波数2タイプ)での大規模突然昇温が発生した. この形での大規模突然昇温は, 1984年の12月以来である. さらに, その前となると, 1979年2月に発生している. 昇温に先立ち, 1月の末にアラスカに顕著なブロッキング高気圧が形成され, ほぼ2月20日過ぎ頃まで持続した. 今回の突然昇温は, 対流圏のブロッキングと関連した典型的なものと考えられる.

WMOで実施されている成層圏突然昇温警報業務(わが国では, 気象庁長期予報課で実施されている.)では, 1週間に25°C以上の昇温があり, 10 mb面以下の60°N以北で, 帯状平均温度が極方向に向かって上昇し, かつ, 帯状平均風が西風から東風に逆転したとき大規模昇温とする, と定めている. この基準に従えば, アリューシャン高気圧やカナダ高気圧が大きく発達して極域を覆った場合等にも大規模昇温に至ることがある. 1987年12月には, この形(波数1タイプ)での大規模突然昇温が発生している. 1979年2月の例は, Labitzke (1981), 1984年12月の例では, Labitzke *et al.* (1985a, 1985b), Randel and Boville (1987), Fairlie and O'Neill (1988)等の, そして, 1987年12月の例については, Naujokat *et al.* (1988)の報告がある. ここでは, 1989年2月について, 気象庁の解析値を用いてその概要を報告したい.

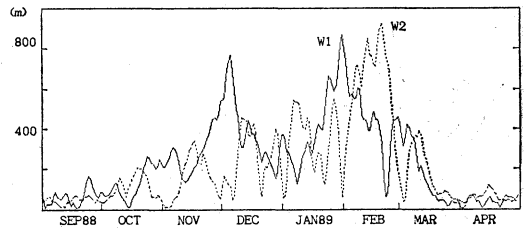
2. 1989年2月の大規模突然昇温

2.1 極上空の気温変化と突然昇温

1988年の秋から冬にかけては, 順調に極上空の成層圏の気温は下がっていった(第1図). 12月に小さな昇温パルスは見られるものの, 特に, 1月になって, 平年に比べてかなり気温の低い状態が続いていた. 1月29日に



第1図 極上空 30 mb の気温変化 (1988年9月～1989年4月). 点線はベルリン自由大学作成の日別平均値 (dot line: the daily 20-year means 1965/66～1984/85 by Freien Universität Berlin).



第2図 30 mb 高度場, 60°N 帯における波数別振幅の変化 (1988年9月～1989年4月, W1: 波数1, W2: 波数2).

まず最初の小規模昇温がカナダ北部上空で観測された(カナダ型昇温). これが一旦おさまった後, 2月5日にシベリア東部上空, 6日にヨーロッパ上空, 12日にヨーロッパ北部北極海上空と次々に小規模昇温が発生, そして, 20日に極上空で大きな昇温が起こり, 大規模昇温となった.

2.2 30 mb 高度場

第2図は, 30 mb 高度場を 60°N 帯で波数解析したものである. 波数1, 2の振幅変化が示してある. 1月の終わりに波数1の振幅が最大となった後, 入れ替わるように, 波数2の振幅が急速に大きくなっている. パルス状のピークが3つあり(8, 13, 20日), 3つめの2月20日に最大となった. この時, 30 mb の極渦は分裂して

* On the Major Stratospheric Warming in February 1989.

** Tatsuo Ueno, 気象庁予報部長期予報課,

—1989年5月25日受領—

—1989年6月23日受理—

(第3図) 大規模昇温が発生した。

2.3 EP フラックス

第4図 a, bは, 60°N 帯における波数1と2の波のEPフラックスベクトル (Eliassen-Palm フラックスベクトル: 向きが波の群速度の向きを表し, 大きさが波の活動度に比例するようなベクトル) の時間変化を示したものである。これらの図から分かるように, 2月にはいと急に下層から伝播する波が顕著となり, それが波数2の波であることが分かる。また, 波の伝播は大きく見て2回あり (2月第1半旬と第4半旬, 第2図の波数2の3つのピークとの対応は必ずしも明瞭ではない), 2回目の時に極渦が分裂している。波数1の波は, 1月末

に上方に伝播するものが見られるが, 2月にはほとんど見られず, 波数2タイプの突然昇温であることを特徴づけている。

2.4 500 mb 高度場

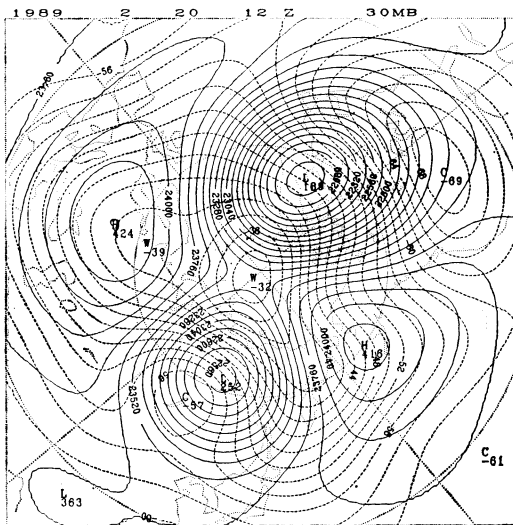
それでは, 1月の末に対流圏で何が起こったかを示しておく。第5図 a, bはそれぞれ, 1月末, および2月初めの5日平均の500 mb 高度図である。この両図の大きな違いは2月の図に見られる大きく発達したアラスカのブロッキング高気圧である。このブロッキング高気圧は1月30日頃から急速に発達してきたもので, 北半球500 mb 高度場は, 1月30日を境に大きく変化し, 2月は波数2が卓越する場となった (第6図)。

2.5 平均東西流

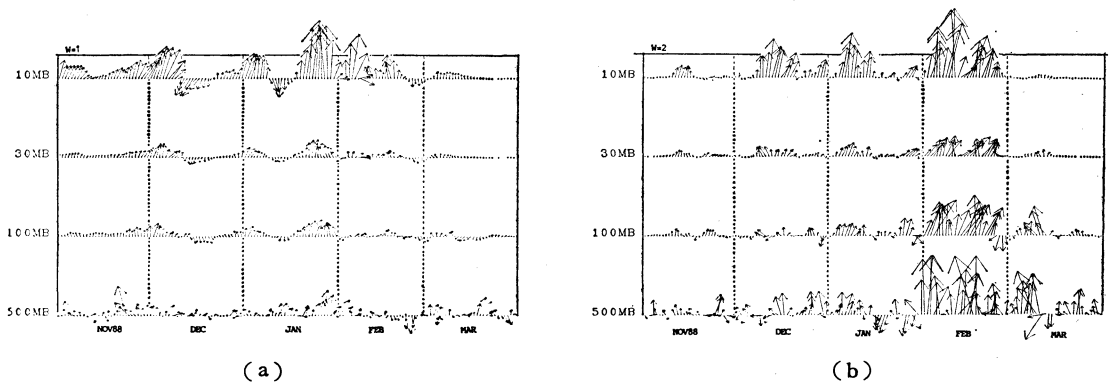
第7図 a, bは, 1月末および2月初めの5日平均の緯度平均東西流の子午面断面図である。また, 第8図は, 30 mb 面における緯度平均東西流の緯度・時間断面図である。ブロッキング高気圧の形成された1月30日の前後をみると, 対流圏下層の60°N 辺では, 西風が弱まり, 強風軸も10°ほど北にシフトしているが, 成層圏の極夜ジェットはむしろ強まり, 位置も変わらない。極夜ジェットは, 極渦の分裂する直前に高緯度側へ大きくシフトするが, それまでは強さ, 位置ともあまり変わっていない。

3. 検討

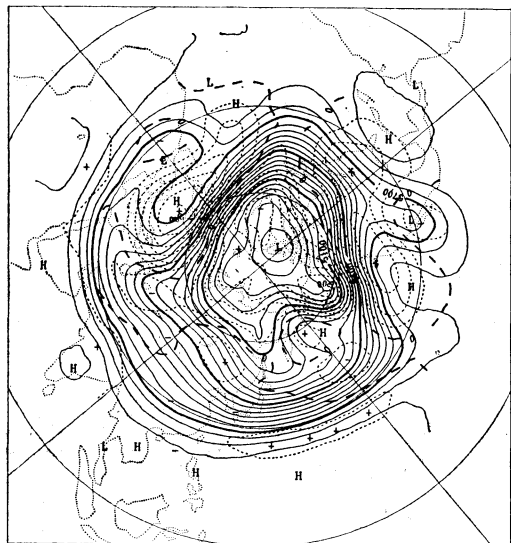
1989年1, 2月, 東アジア, ヨーロッパは著しい高温だった。しかし, 北半球規模でみる対流圏は, 1月と2月で少し違っている。1月は高指数循環が卓越し, 極渦もかつてなかったほど深まった。これに対応して, 極の気温が下がり, 極を取り囲むように中緯度全域で高温と



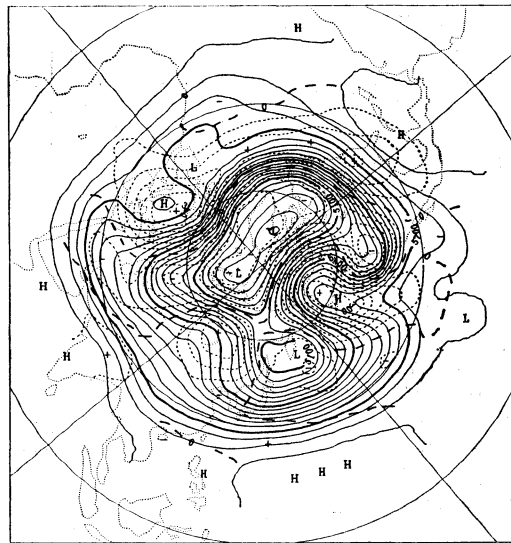
第3図 30 mb 天気図 (1989年2月20日12Z)



第4図 60°N 帯における EP フラックスベクトルの時間変化 (1988年11月~1989年3月). (a) 波数1, (b) 波数2 (各矢印の上向き成分は鉛直上向き成分, 左向き成分は北向き成分)

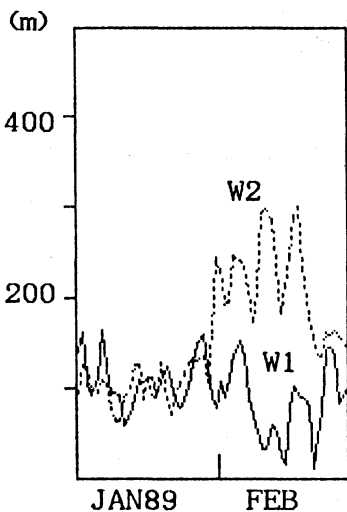


(a)



(b)

第5図 5日平均 500 mb 天気図。(a) 1989年1月26日～30日、(b) 同1月31日～2月4日。



第6図 500 mb 高度場, 60°N 帯における波数別振幅の変化 (1989年1月～2月, W1: 波数1, W2: 波数2)。

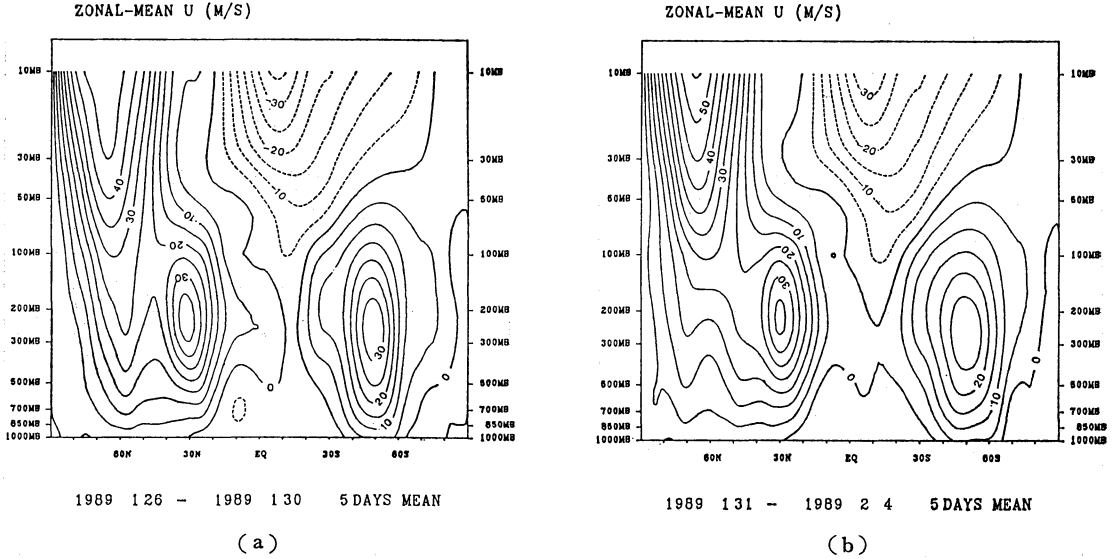
なった。しかし、アラスカのブロッキングの発達を境に、2月になると、対流圏の極渦は2つに分かれ、波数2の振幅が大きくなった。ただ、東アジアやヨーロッパは結果としてさほどパターンが変わらず、高温が続いた。大きく変わったのは、北米大陸で、アメリカ合衆国

1989年9月

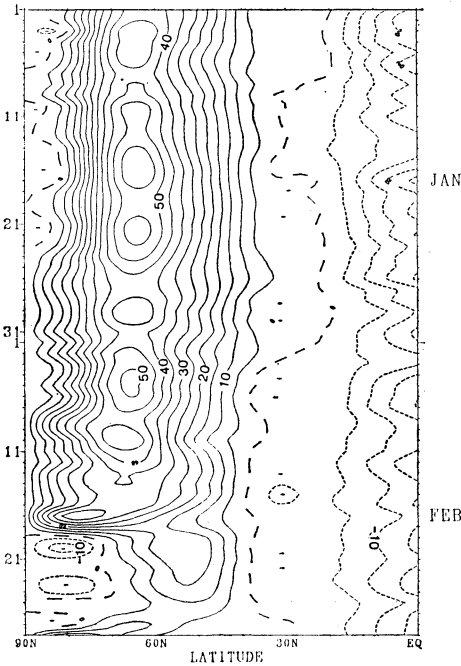
本土では高温から低温に、またアラスカは低温から高温に変わった。

これは成層圏でも同様で、第1図に見られるように、1月は極渦が平年よりも深まり、極の気温の低い状態が続いていた。アラスカのブロッキング高気圧の発達に伴って、対流圏で波数2が卓越するようになると、これが上方に伝播し、成層圏でも波数2が卓越するようになった。伝播は大きくみて、2月の第1半旬と第4半旬にみられ、2度目の伝播の時成層圏の極渦が分裂し、大規模突然昇温となった。このように、今回の突然昇温は、対流圏でのブロッキングが引金となって発生した典型的なものである。

Labitzke (1981) は、1979年2月の大規模突然昇温(波数2タイプ)の解析において、昇温に先だって、波数1の増幅があり、その波数1の波による平均流の“preconditioning”(突然昇温の前に成層圏極夜ジェットが極方向にシフトすること、これによって波が高緯度にはいりやすくなる。(Kanzawa, 1982))が波数2タイプの突然昇温には重要であるとした。しかし、1984年12月の例では、昇温前の波数2の振幅が過去なかったほど大きく、波数1の波によるそのような“preconditioning”が見られなかった。(Labitzke et al. 1985b, Fairlie and O'Neill 1988) 今回の突然昇温も、1月の末に波数1の増幅はあるものの、それによる極夜ジェットの高緯度シフトは見



第7図 緯度平均東西流の子午面断面。実線域が西風，破線域が東風。等値線間隔は5 m/s。
 (a) 1989年1月26日～30日の平均，(b) 同1月31日～2月4日。



第8図 30 mb 面における緯度平均東西流の緯度・時間断面(実線が西風，破線が東風)。等値線間隔は5 m/s。

られず(この増幅は1月29日の“カナダ型昇温”に対応している)，波数1の波による“preconditioning”はなかった。高緯度側へのシフトは16～17日に見られた。EPフラックスの発散・収束をみると(発散は西風加速に，収束は東風加速に対応する)，17日までの極域はほぼ発散場となっているが，18～20日は収束場になっている(図省略)。このように16～17日に見られる極夜ジェットシフトは，波数2の波による“preconditioning”と見ることができるが，更に検討を要する。

4. 謝辞

30 mb 面の気温変化図の作成にあたって，ベルリン自由大学から，1965/66年から1984/85年の20年間のデータを用いて作成された日別の気温の平均値を提供していただいた。また，EPフラックス図の作成や本報告全般にわたって，予報課高野清治氏から貴重な助言やコメントを頂いた。ここに感謝します。なお，気象庁予報部長期予報課では，WMOが実施している成層圏突然昇温警報業務を行うために，更には，気候系の監視の一環として，冬季間，主に30 mb面の解析値を用いて，成層圏の監視を行っている。このようなルーチン業務において作成されているいくつかの図もここで用いた。

参考文献

- Fairlie, T.D.A., A. O'Neill, 1988: The stratospheric major warming of winter 1984/85: observations and dynamical inferences, Q.J. R. Meteorol. Soc. 114, 557-578.
- Kanzawa, H., 1982: Eliassen-Palm Flux Diagnostics and the Effect of the Mean Wind on Planetary Wave Propagation for an Observed Sudden Stratospheric Warming, J. Meteorol. Soc. Jap. 60, 1063-1073.
- Labitzke, K., 1981: The Amplification of Height Wave 1 in January 1979: A Characteristic Precondition for the Major Warming in February, Mon. Wea. Rev. 109, 983-989.
- , R. Lenschow, B. Naujokat and K. Petzoldt, 1985a: First Note on the Major Stratospheric Warming at the End of December 1984, Beilage zur Berliner Wetterkarte, SO 1/85, 16 January 1985.
- , B. Naujokat, R. Lenschow, K. Petzoldt, B. Rajewski and R.C. Wohlfart, 1985b: THE THIRD WINTER OF MAP-DYNAMICS, 1984/85: A Winter with an Extremely Intense and Early Major Warming, Beilage zur Berliner Wetterkarte, SO 24/85, 10 July 1985.
- Naujokat, B., K. Labitzke, R. Lenschow, K. Petzoldt and R.C. Wohlfart, 1988: THE STRATOSPHERIC WINTER 1987/88: An Unusually Early Major Midwinter Warming, Beilage zur Berliner Wetterkarte, S06/88, 11 July 1988.
- Randel, W.J. and A.B. Boville, 1987: Observations of a Major Stratospheric Warming during December 1984, J. Atmos. Sci. 44, 2179-2186.

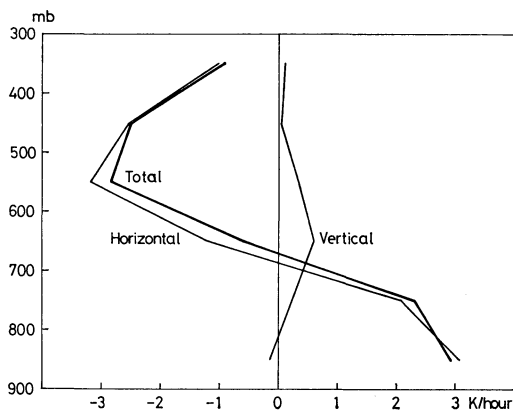
短 報

「島根県西部の豪雨の解析」の訂正について

渡部 浩章* 栗原 和夫**

1988年10月発行の「天気」に論文「島根県西部の豪雨の解析」を発表致しましたが、その後気象研究所予報研究部の永田雅氏から、相当温位の移流について示した第16図が誤っているのではないかとご指摘を頂きました。再度相当温位の水平と鉛直移流を計算してみましたところ、水平移流は論文のとおりですが、鉛直移流の大きさが論文と異なり、再計算の結果ではほとんど0に近くなっています。これと関連して、第15図に示した相当温位の3次元移流の山陰沖の極値は、ほぼ水平移流によっています。したがって、大きな対流不安定は、主に相当温位の水平移流の高さによる違いによって生成されています。

ご指摘を頂きました永田氏に感謝致します。



* Hiroaki Watanabe, 松江地方気象台。

** Kazuo Kurihara, 気象庁数値予報課。

—1989年7月20日受領—

—1989年7月26日受理—