

偏西流の異常からみた北日本の持続的低温について

須 田 建*

1. 緒 言

寒候期における本邦の持続的低温が大規模な zonal index の低下に伴って起ることは既に筆者がいくつかの実例について示したところであるが〔1, 2, 3〕, 示数と気温との間の関係が果して一般に成り立つものであるかどうかについてははまだ十分研究されていない。本稿では北日本の気温と、いろいろな緯度についてとった zonal index との間の相関関係について述べ、その結果を偏西流の異常という観点から解釈してみることにする。

2. 北日本の気温と 500mb 面偏西流速度分布

北日本の気温と zonal index の関係についてまず大体の概念を得るために1954~1956の3年間の寒候期(10月から3月まで)について宮古における5日平均気温が顕著な低温および顕著な高温を記録した場合各10例を次のように選びだし、それぞれについて composite map を作った(図省略, 詳細は〔4〕,〔5〕を参照されたい)。

低温の場合: 1954年1月21—25日, 1月26—30日, 3月7—11日, 10月8—12日, 11月12—16日; 1955年11月7—11日; 1956年11月17—21日, 11月22—26日, 11月27—12月1日, 12月17—21日。

高温の場合: 1954年1月6—10日, 2月10—14日, 2月25日—3月1日, 12月7—11日; 1955年1月31日—2月4日, 3月17—21日, 12月2—6日, 12月12—16日; 1956年3月17—21日, 11月2—6日。

次にこの composite map から 90°E—180°

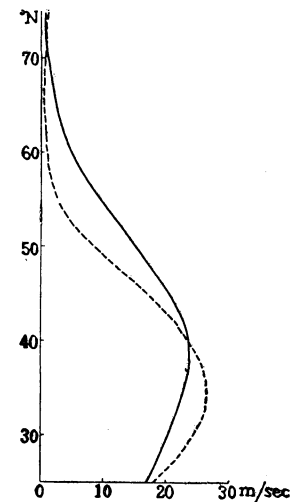
の経度範囲について各緯度圏上の平均高度を求め、10°おきの高度差を地衡風速に換算して図示すると第1図のようになるが、これは低温および高温の場合の偏西流の子午線分布を示すものとみなすことができる。図からただちにわかるように宮古が低温の場合(点線)には低緯度に明瞭な極大が現われ高緯度では風速が弱くなっているのに対して、高温の場合(実線)には極大は北に偏りかつ弱く、低温の場合に比し高緯度の風速が大きくなっている。さて Rossby-Willett〔6〕の記述に従えば高示数型環流では偏西流の強風軸は極のまわりに収縮し南北混合が弱いのに対し、低示数型環流では強風軸は拡大して低緯度に南下して強まり、南北混合が強くなるのが特徴であるから、このような定義を採用する限り宮古の低温は低示数型に、高温は高示数型に対応しているといえよう。

しかし第1図は特別な場合各10例に基いて作られたものであるから、それから推察される高温および低温時の偏西流の特徴が果して一般性を有するかどうかについては更に多数の資料によって検証する必要がある。そこで1951—1956年の6年間の5日平均 500mb 北半球天気図を用い、10月—3月の寒候期について 90°E—180° の範囲の各緯度圏平均高度偏差を計算し、緯度 10° 間隔の等圧面傾度をもって地衡風東西成分を代表させることにし、これと宮古の気温偏差の相関係数を計算してみた。ただし例数は 222個で高度は10呎まで気温は 0.1度までとってある。

結果は次表および第2図に示すとおりである。また地点を変えることによって相関の緯度分布がどのように変わるかをみるために、同様にして計算した宮崎の気温と高度差との相関係数も同時に示した。

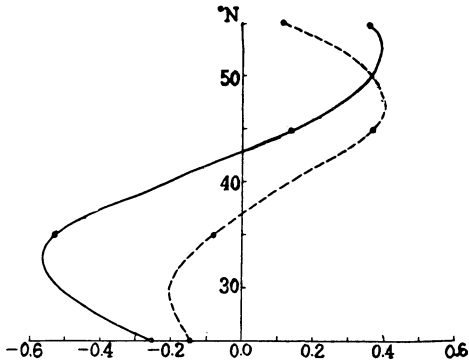
	20—30°	30—40°	40—50°	50—60° N
宮 古	-0.251	-0.528	+0.141	+0.356
宮 崎	-0.159	-0.080	+0.367	+0.106

第2図で宮古、宮崎の曲線が一致して示しているように、気温は高緯度の風速とは正の、低緯度の風速とは負の相関があることは明らかであるが、これは極端な場合



第1図 宮古が高温(実線)および低温(破線)の場合の平均地衡風東西成分の子午線分布(m/sec)。

* 気象庁予報課—1958年4月1日受理—



第2図 宮古(実線), 宮崎(破線)における気温偏差と10°Nおきのzonal index偏差との相関係数子午線分布。

について得られた上述の結果が一般に当てはまることを表わしている。すなわち偏西流の強風軸が北に偏っている高示数の場合には高温が起りやすく, 南に偏っている低示数の場合には低温が起りやすいという一般則は極東についても成り立つといつてよいだろう。

ここに注意すべきは高緯度の正相関域が低緯度の負相関域に移行する点が本邦の位置する30~40°Nに当たっていることで, 移行の起る緯度は宮崎より宮古の方が高い。これは偏西風の強風軸と前線帯との関係から説明されることであるが, その議論は次節に譲ることとして, ここでは気温のindicatorとしてのzonal indexのとりかたについて一言したい。米国では偏西流のzonal indexとして35°N~55°Nの高度差が採用されているが, わが気象庁の予報現業においては, 北半球天気図の読みとりが極に始まる緯度10°おきにしか行われていないため, もし20°おきにindexをとるとすれば, 米国式に近い緯度範囲として30°N~50°Nおよび40°N~60°Nの二通りが考えられる。しかるに上述の相関分布の特性から容易に推察されるように, この二通りのとり方でindexと気温との関係はいちじるしく異ったものになるであろう。実際, 宮古および宮崎の気温と20°おきのzonal indexとの相関を計算してみると(いずれも偏差をとった)次のようになり, 30°~50°Nのindexは40°~60°Nのindexに比し気温との相関は悪く, 特に宮古については係数は負(ただし絶対値はきわめて小さい)となっていることが注目される。

	30°~50°	40°~60°N
宮古	-0.042	0.331
宮崎	0.203	0.230

30°~50°Nのzonal indexと気温との相関については既に朝倉氏の調査がある〔7〕。同氏は宮崎, 東京, 札幌の気温偏差と700mbのindexとの関係を度数分布の比較によって調べ「帯状指数と気温偏差の関係は一般に信じられているよりもかなりあいまいなもので……帯状指数だけを媒介にして気温との関係を断定することはむずかしい」と結論しているが, これはindexを30°~50°Nの範囲にとる限り正しい。しかし40°~60°Nのindexについては上述のように北日本の気温との相関はかなり高く, また予報作業の経験によれば極端な高示数または低示数の場合にはほとんど必ず高温または低温が起っている。従って気温のindicatorとして使用する場合にはzonal indexは30°~50°Nの範囲よりもむしろ40°~60°Nの範囲についてとる方が良い結果が得られるであろう。

3. 大気環流の形式からみた極東の偏西流速度分布

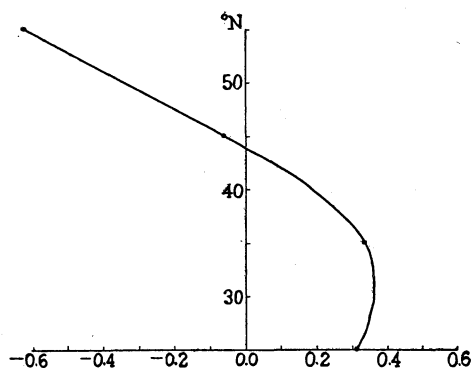
前節に述べた気温とzonal indexとの関係は大気環流の見地から次のように解釈することができるだろう。寒候期の北半球平均天気図を一見すれば明らかなように(例えば〔8〕)本邦北方のシベリヤ東部には独立した上層の低圧部がある。これはアジア大陸北部の輻射冷却によってできた対流圏全体にわたる寒気団から成るもので, 前線性の低圧部ではない。この低圧部の寒気団と南方の暖気団との間には, 対流圏全体にわたる南北気温傾度の強い帯状の部分すなわち大規模な前線帯(planetary frontal zone)ができるが, この前線帯はまた対流圏上層の偏西流の強風軸(climatological jet stream)にあたっていることは温度風の考えから当然のことである。従って500mb面平均天気図上のjetは北方の寒気団と南方の暖気団との境界の位置を大体表現していると考えて差支えないだろう。

そこで, もし偏西流の状態が帯状であるならば(高示数型)寒気団は低緯度に南下することなく, その南縁のjetは平均位置よりも北に偏り, 本邦は中緯度の気団におおわれて高温が現われるが, 偏西流の振幅が大きくなれば(低示数型)シベリヤの寒気団が南下するからその南縁のjetも従って南下し, この結果本邦は北方の寒気団内に入って低温となるであろう。また寒気の南下に伴い, その南縁の気温傾度は増大するからjetは南下すると同時に強まることになる。

またこれを上層低圧部の位置についていえば, それが高緯度に位置する限りはjetも高緯度にあり本邦附近の偏西流は弱いが, 南下すればjetも南下して偏西流も強まるはずである。言いかえればシベリヤ北方の上層気圧

と本邦附近の偏西流強度との間には正の相関がなければならぬ。実際、 $90^{\circ}\text{E}-180^{\circ}\text{E}$ の範囲で 80°N および 70°N の緯度圏上に経度 20° おきに 10 点を選び、その 500mb 面平均高度と中緯度における 10° おきの 500mb 面高度差 (いずれも 5 日平均偏差) との相関を気温の場合と同じ要領で計算すれば次表および第 3 図のようになり、 30°N 附近に正相関域の存在することは明らかである。

緯度範囲	20—30°	30—40°	40—50°	50—60°N
相関係数	0.310	0.330	-0.061	-0.631



第 3 図 北氷洋上の 500mb 等圧面高度偏差と 10°N おきの zonal index 偏差との相関係数子午線分布。

このようにみれば第 2 図に示した気温と zonal index の相関分布は当然期待されることである。すなわち jet が北にあれば観測点は暖気内に入るから高温が現われ、南にあれば観測点は寒気内に入るから低温が現われやすく、この結果観測点の北方は正相関域、また南方は負相関域となるのであろう。また、宮崎の曲線が宮古の曲線を南にずらした様な形をしていることも上の考え方を支持するものと考えられる。

4. 偏西流速度分布からみた寒候期の気圧配置

前 2 節では顕著な高温または低温の現われた場合から出発して、これらがそれぞれ jet の北偏または南偏した場合に相当するという結論に達したのであるが、本節ではこの結論の一般性を確かめるために、逆に jet が顕著に北偏および南偏した場合について果して本邦に高温または低温が現われるかどうか、また、それぞれの場合の気圧配置がどうなっているかを調べることにする。

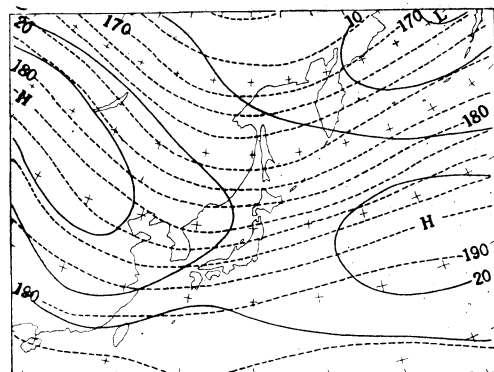
第 2 図によると、宮古の気温に対して 500mb 面高度差が大きな相関を示す緯度範囲は $50-60^{\circ}\text{N}$ (正相関) および $30-40^{\circ}\text{N}$ (負相関) であるから、それぞれの緯

度範囲の気圧差が大きい場合をもって jet の北偏および南偏を代表させることとし、1954—1956年の 5 日平均天気図 (寒候期のみ) から次の各 10 例を選んだ。

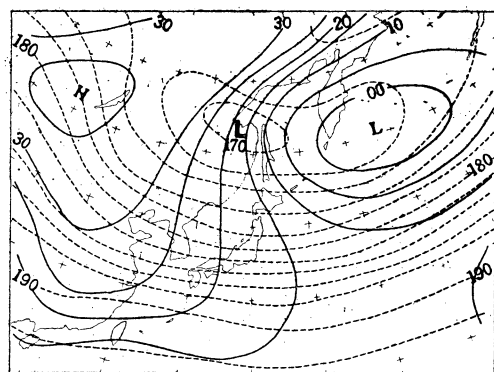
Jet の北偏した場合: 1954. I. 6—10, II. 25—III. 1, III. 12—16; 1955. III. 27—31, IX. 28—X. 2, X. 23—27, XI. 17—21, XI. 27—XII. 1; 1956. III. 17—21, X. 13—17.

Jet の南偏した場合: 1954. I. 26—30, X. 3—7, X. 8—12, XI. 7—11, XI. 12—16, XII. 22—26; 1955. II. 10—14; 1956. XI. 17—21, XI. 27—XII. 1, XII. 17—21.

次にそれぞれの場合について地上および 500mb の composite map を作り結果を図示すると第 4 図 a, b のようになる。ただし実線は 5 mb おきに描いた地上等圧線、点線は 200 ft おきの 500mb 面等高線である。なお、これらの図が実際に jet の北偏および南偏を代表し



(a)



(b)

第 4 図 偏西流強風軸が北偏した場合 (a) および南偏した場合 (b) 10 例の composite map. 実線は地上等圧線 (mb), 破線は 500mb 等高線 (100 ft).

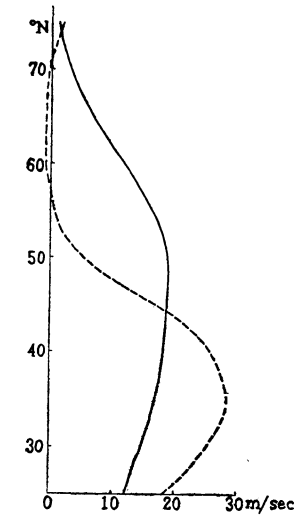
ていることを確かめるために、composite map の上で 90°—180°E の範囲について偏西流の南北分布を求め

示すると第5図のようになる。当然のことながら、高度差の大きい部分が30°—40°Nにある場合(破線)の方が50°—60°Nにある場合(実線)に比べて平均 jet がはるかに低緯度に位置し、かつ強まっていることは明らかである。

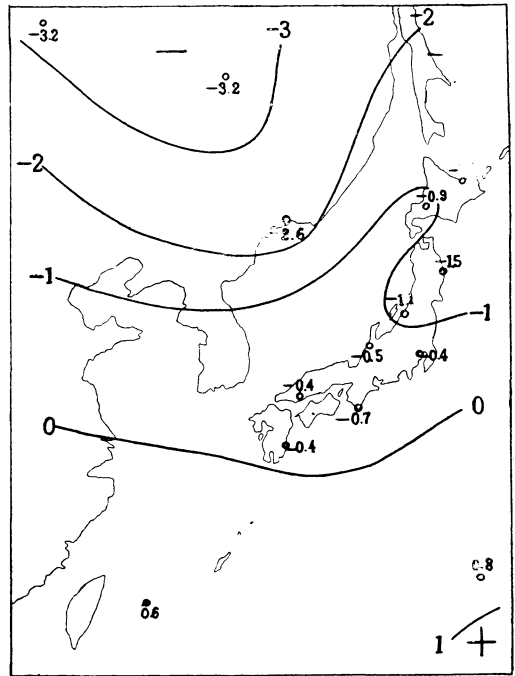
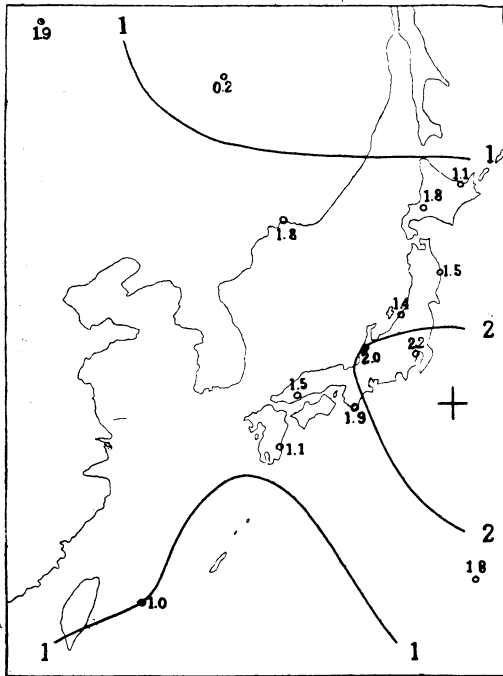
さて第4図aをながめると等高線は zonal で大体緯度圏に平行に走り、上層の低圧部ははるか北方に位置している。地上の気圧配置については、大陸高気圧は発達せず東

西に延び、高圧帯は本邦を横切って東方洋上に連なっている。アリューシャン低圧部も弱く、その位置は北に偏っているため本邦附近の気圧傾度は緩慢である。平均等圧線は平均場の流線に近いものと考えてよいから、このような気圧配置で本邦に到達する気団は中緯度の大陸上に起源を有するものであり、かつ風速が弱いことが想像される。すなわち、jet が北に偏っている高示数の場合には、気圧配置は西高東低型とならず移動性高気圧型となり、この結果大規模な寒気の吹出しは起らないといえよう。

これに対して jet の南偏している場合をみると(第4図 b)、500mb 等高線はバイカル湖西方およびアリューシャン中部で北に向い、上層低圧部の中心は a の場合に比しいぢるしく南下して本邦北方のオホーツク海西岸にある。地上の気圧配置は典型的な西高東低型で、大陸高気圧は発達して本邦に張出し、アリューシャンの低圧部も強く、かつ a の場合に比しはるかに低緯度に位置している。このため等圧線はシベリヤ北東部から南下し本邦を経て太平洋に連なり、気圧傾度は大きく、高緯度の新鮮な気団が直接北日本に移流しやすいことを示している。すなわち、jet が南に偏っている低示数型の場合に



第5図 平均地衡風東西成分の子午線分布、実線は 50°—60°N、破線は 30°—40°N の高度差が大きい場合各 10 例の平均



(a) (b)

第6図 偏西流強風軸が北偏した場合(a)および南偏した場合(b) 10例の気温偏差分布の composite map.偏差は°C, 等偏差線は 1°C おに描いてある。

は西高東低型の気圧配置が現われ、大規模な寒気の吹出しが起りやすいといえる。

実際、a および b の場合について本邦附近の気温偏差分布の composite map を作ってみると第 6 図、a, b のようになり、jet が北偏している場合には本邦全域が高温、これに対して jet が南偏している場合には満洲および本邦が強い低温となって jet の位置と気温との関係をよく表わしている。

なお、第 5 図に現われた上層の pattern と地上の気圧配置との関係は次のように解釈することができる。偏西流が zonal の場合 (a) には寒気が大陸北方に停滞し南下しないから大陸高気圧は発達しない。また第 5 図 a の実線が示すように、平均 jet または前線帯が北偏して弱いため低気圧は高緯度を通過し、また発達の度は弱い。この結果アリューシャンの低圧部も北偏して弱く、本邦附近は気圧傾度が緩慢になる。これに対して偏西流の蛇行が大きくなると (b)、上層低圧部は本邦北方に南下するが、その西方をまわって高緯度から移流する寒気は沈降がいちじるしいためバイカル湖附近に高気圧を形成し、以後一般流によって東方に steer されることにより高気圧は本邦に向って張出すことになる。一方、南下する寒気は南方の暖気との間に confluence を起し、前線帯および jet は南下して強まるから、本邦附近は低気圧活動が活発となり、前線帯の中を北東進する低気圧は本邦東方でいちじるしく発達して上層低圧部の東方に強い低圧部を形成することになる。かくして低示数型の場合には大陸高気圧とアリューシャン低圧部の間に強い東向き気圧傾度が生ずるのであろう。

5. 結論

寒候期の低温が西高東低型の気圧配置に伴って現われることは昔からよく知られているが、それが偏西風帯のどのような状態に対応するかについてはあまり論ぜられていないようである。本稿ではこの点に関しある程度の解決を与えることができたものと思う。すなわち、偏西流の強風軸 (平均 jet) が北に偏っているときは、大陸高気圧、アリューシャン低圧部はいずれも弱く本邦は高温となるが、南に偏っているときには大陸高気圧、アリュー

シャン低圧部は発達して本邦は低温となる。もしこれを、 40° — 60° N についてとった zonal index に関していえば、低示数は地上気圧配置の西高東低型に、高示数は移動性高気圧型に対応しているといえるだろう。なお気圧配置がどのような過程で高示数型から低示数型に移行するか、また極東の高示数型や低示数型が北半球の規模ではどんな環流型式に対応するか等、いろいろな問題が残されているが、これらについては改めて論ずることにしたい。

文 献

- 1) 須田建, 1956: 1954年1月末の低温について, 研究時報, **8**, No. 4.
- 2) Suda, K., 1955: A persistent cold-outbreak in the Far East related to the blocking situation, *Journal of Meteorol. Soc. of Japan* **34**, 137-146.
- 3) Suda, K., 1957: A large-scale upper-level cyclone over eastern Siberia and its effect on the Far Eastern weather, *Geophys. Magazine* **28**, 9-20.
- 4) 須田建, 1957: 広域天気図よりみた大規模な寒波について, 東北地方長期予報速報, **9**, No. 14.
- 5) Suda, K., 1958: The mean pressure field characteristic to persistent cold waves in the Far East, 75th Anniversary Volume of the *Journal of the Meteorol. Soc. of Japan*, 192-198.
- 6) Rossby, C.-G., & H.C. Willett, 1948: The circulation of the upper troposphere and lower stratosphere, *Science* **108**.
- 7) 朝倉正, 1957: 700mb 半旬平均天気図と地上半旬平均気温偏差との関係について, 研究時報, **9**, No. 5.
- 8) Normal Weather Charts for the Northern Hemisphere. U.S. Weather Bureau, Tech. Paper No. 21, 1952.

日本気象学会創立75周年記念論文集

残部僅少につきまだ講読申込をされていない方は至急事務局宛にお申込み下さい。

欧文篇定価：会員 600 円、会員外 700 円

和文篇定価：会員 400 円、会員外 500 円