わが国および周辺における 8 月の気温変動の 地域性と前線分布

境 田 清 隆

はじめに

近年、わが国の夏季気温は、北日本に負偏差、西南日本に正偏差の、いわゆる“北冷西暑”の分布型を示すことが多くなってきている。夏季気温にみられるこのような地域性は、気温の年々変動の問題だけにとどまらず、気候変動の観点からも見逃すことのできない現象として注目されている。

従来わが国の夏季気温については、とくに北日本の冷害との関連で古くから数多くの研究がなされてきた。近年に至って、この凶冷をひきおこす原因は広く大気大循環の中でとらえられるようになり（気象庁 1972 ほか）、半球規模においての気温偏差の地域的差異をひきおこすメカニズムについての解明が進みつつある。このような巨視的視野から日本国内の気温分布を扱った三上（1975）は、夏季気温の年々変動に主成分分析を適用し、日本全国を同符号の気温偏差に導く第 1 成分と南北で逆符号に導く第 2 成分とを検出し、各成分を経年変化と大循環パターンの中で位置づけている。

このように、比較的徹視的な国内の気温の偏差分布が巨視的な大気大循環との関連において議論されるに至ったが、本稿においては、国内スケールの気温分布をさらに具体的に考察するために、その中間のスケールである日本周辺の Synoptic な視点から国内の夏季気温の検討を行なおうとした。すなわち、その第 1 段階として夏季の代表月として盛夏とはほぼ重なっている 8 月を選び、気温の年々変動にみられる地域性をとくに南北間の差異としてとらえ、このような南北差をひきおこす要因と考えられる前線帯に着目し、前線帯の位置と気温変動との関係について考察した。

1 資 料

1) 気 温

使用した気温の資料は、観測網が全国的にはほぼ整備された 1891 年から 1975 年まで 85 年間の 8 月の月平均気温である。このように長期の気温資料を扱う場合には、資料の均質性について留意すべき点が少なくない。

まず、観測法の変更についての影響が考えられるが、これは一応無視できる（斉藤 1956）。しかし、日平均気温を求める際の平均回数の変更については、その前後で場合によっては 0.5°C の差異を生じることがあり、問題がある（気象庁統計課 1961）。そこで今回は、日最高・最低気温の平均値の月平均値を使用し、資料の長期間にわたる均質性を確保しようとした。

次に都市の発展拡大に伴って生ずる heat island の影響を除外しなければならないが、ここでは福井（1973）にならって人口 50 万人以上の都市は資料から除外した（ただし近隣にこれに代わる適当な観測点のない横浜と札幌については例外として含めた）。また観測点の移動について考慮する必要があるが、実際には移動の例があまりにも多いため、比較的影響の大きいと思われる近年の移動に限って、これを除外するよう努めた。

このようにして選ばれた観測点は日本全国で 40 地点あり、これに「気象庁観測技術資料第 39 号 世界各地の月平均気温」から日本を囲む 8 地点を加えた（第 1 図）。

2) 前 線

気象庁発行「天気図」の 1 日 2 回の地上天気図から前線をぬきとり、その発現頻度分布を 1946～1975 の 30 年間について調べた。範囲は $130^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$, $25^{\circ}\sim 55^{\circ}\text{N}$ である。

方法としては、 1° 毎の各経線について、これを横切る前線の度数を緯度 1° 毎に集計した。そして隣り合う緯度に与えられた値の合計値をその中央の緯線に与え、62 回（2 回 $\times$ 31 日）で除したものをその緯度の出現頻度（%）とした。すなわち、各経線について緯度 2° の幅に現われた前線の頻度（%）を求めたことになる。

なお、前線の認定基準が年代によって多少変化しているが、本研究ではそれに対する配慮はせず、天気図をそのまま使用した。

3) 上層大気

Aerological Data を用いて、ほぼ 140°E に沿った稚内、札幌、秋田、仙台、館野、八丈島、鳥島の各点について、500 mb 高度と 200 mb の東西風速（実測風の

第 1 図 対象とした観測点

ベクトル成分)を検討した。利用可能な資料は、前者については 1950 年以降、後者については 1957 年以降であるが、後者の 1950~56 年については、200 mb 高度差を地衡風速に換算して東西風速を求めた。

2 気温の年々変動にみられる地域性

わが国の夏季気温の偏差分布を表現する場合に、たとえば北冷西暑のように北日本と西日本とに分けることが多いが、両者の境界に関して気象学的または気候学的な吟味はほとんど行なわれていない。むしろ両者は莫然と呼ばれることが多いが、まずその境界ないし境界帯の有無、ひいてはその位置が問題であろう。こうした年々変動における地域性をみるために、ここでは地点相互間の相関係数を検討した。すなわち、ある地点と他の 39 地点との相関係数を計算してその分布図を描き、これと同様の操作を各地点について行なって 40 枚の相関分布図を作成した。第 2 図にそのうち 6 つの例を示す¹⁾。

これをみると、たとえば多度津(第 2 図 b)の場合に特徴的なように、相関係数の等値線は同心円的な形態をとらず、西南西~東北東に長くつぶれた形となる。すなわち、日本国内において 8 月気温の年々変動は、ほぼ東西方向に類似、南北方向に異質であることを示している。したがって東北地方南部と山陰地方とは距離の割によい相関を示す(第 2 図 e)が、北海道と南海地方との相関は言うに及ばず(第 2 図 f)、関東と北海道とにおいてすら負の相関を示している(第 2 図

c)²⁾。

さらに、南北方向において注目すべきことは、相関が漸次的に悪くなっていくのではなく、不連続的に低下する地帯が存在することである。このような相関の急変帯は、相関の原点となる地点を移動させても容易にその位置を変えない。たとえば第 2 図において、石巻から福井、多度津へと原点を急変帯に近づけても、四国付近に存在する急変帯はほとんど移動していない。いま 40 枚の分布図を検討すると、国内においてこのような相関係数の急変帯は 2 カ所認められる。1 つは四国を東西に縦断する地帯であり、もう 1 つはやや傾向が鈍るが、東北地方中部である。

ところでこのような傾向は、どの程度の地域的拡がりをもった現象なのであろうか。第 3 図は日本周辺の諸地点を原点とした場合の相関係数の分布図である。地域を拡げてみても東西に類似、南北に異質という傾向は変わらず、北日本はより北方の地点と、南日本はより南方の地点と密接に結びついて変動している。とりわけ日本の南海地方は、前述したように四国付近の急変帯をはさんで他の地域とは非常に異質の変動をしていたのであるが、それはこの地域に属する 2, 3 の観測点が局地的な変動をしていたためではなく、より南方の地点と同調した変動であったことがわかる。また(a)から(b)へと原点が南下、接近したにもかかわらず、わが国を横切る 0 の等値線はほとんど動かず、その南側に依然として強い負域を残している。

このことは、北方および南方の地点の 7 月気温との

第2図 国内における地点相互間の相関係数の分布 1946～1975 (N=30)
(a) 宮崎 (b) 多度津
(c) 横浜 (d) 福井
(e) 石巻 (f) 旭川

間におくれの相関を計算してみた結果からいえることである。すなわち、北方地点の7月気温と北日本の8月気温との相関は同時相関(8月—8月)よりもむしろ高い値を示すが、その傾向は四国どまりであり、他方、南方地点の7月は西南日本の8月と高い相関を示すが、北日本にまで正の相関をもちこむことにはならない(第4図a, cの点線)。すなわち、国内でみられた年々変動の特異な地域性は、東アジア規模の変動において、日本の北方の変動パターンと南方の変動パターンとが日本付近で不連続的に接し合っていることに基づくと考えられる。

3 気温分布と前線分布との関係

前章で明らかになった年々変動の地域構造は、北方の冷域と南方の暖域との境界が、8月に日本列島を横断していることを暗示しているといえよう。一般に、8月はその大部分がいわゆる盛夏の時期にあたってい

るが、北日本を中心として前線の出現することも多く(関口・田宮 1968)、年によってはこれが南偏して低温の夏をもたらすことが少なくない。

ところが、これまで8月の前線帯の位置については、前島(1957)が1952～54年の前線分布を、鈴木(1962)が1955年の前線帯の位置を示しているが、調査期間が短いために、8月の前線帯の気候学的な位置を求め得たとはいいい難い。ここではまず、長年にわたって、前線発現の最多頻度帯(以下これを前線帯と呼ぶ)を求めるとともに、前線帯の位置の年々変動から気温変動の地域構造を考察した。

第4図aは8月における30年間の平均の前線頻度分布である。40°N付近と34°N付近に2つの極大が存在しているが、この傾向は吉村(1967)が1952～57年の期間で半球規模で示した8月の平均図と一致している。さらにそれらの位置が、前述の相関分布における2つの急変帯の位置にきわめて近似している点が注目

第3図 東アジアにおける地点相互間の相関係数の分布 1901～1972 (N=72)
(a) Blagovescensk (b) Vladivostok
(c) Hongkong (d) Ishigakijima
実線は同時相関(8月-8月), 点線はおくれの相関(原点の7月-他の地点の8月)を示す。

される。

気温の偏差分布との関係をみるために、各年の偏差分布をここでは便宜的に4つのタイプに分類した。すなわち、1) 北冷西暑(11例)、2) 北暑西冷(5例)、3) 全国冷(4例)、4) 全国暑(4例)である。そして各々のタイプに属する年の前線分布を合成してみると(第4図b～e)、気温の偏差分布型に対応して特徴的な前線分布を示し、両者の間の密接な関係を示している。すなわち、北冷西暑の年には40°N付近の前線帯が明瞭で(第4図b)、全国冷の年には南岸の前線帯が著しく明瞭である(第4図d)。もっとも全国冷といっても南海地方だけは平年並かやや高めの傾向があり、南岸の前線帯が強かった年を選んで気温の偏差分布図を

作成してみると、南海地方のみは正偏差となる(第5図)。さらに、北暑西冷の年には前線帯は弱いながらも南岸と北方とに分かれ(第4図c)、全国暑の年には明瞭な前線帯は存在しない(第4図e)。

以上の事実を整理すると、相関の急変帯の存在は前線の分布傾向から説明することができる。すなわち、40°N付近の前線帯が強い年は東北地方中部を境にして北冷西暑となり(たとえば1964年)、南岸に前線が発現しやすい年には南海地方のみを残して全国的に低温となる(たとえば1958年)傾向がある。しかも年々の前線帯は上述の2つの地帯に発現しやすいために、東北地方中部、および四国付近で、年々変動の地点間相関が急変するものと考えられる。

第4図 地上の前線分布
 (a) 30年間(1946~1975)の平均
 (b) 北冷西暑年の平均
 (c) 北暑西冷年の平均
 (d) 全国冷年の平均
 (e) 全国暑年の平均

4 気温と前線帯にみられる経年変化

以上、気温と前線帯の年々変動に時間的順序を与えずにいわば統計的な考察をしてきたが、次にそれに時間的な順序を与えて、経年変化の地域性という観点から考察してみよう。

第6図は地域毎の気温の経年変化を示したものである。この場合の気温偏差は、各地点の年々の偏差を標準偏差で除して標準化された各地点の偏差を数地点ずつ平均することによって求めた。経年変化の傾向は次のようにまとめられる。

1901年から1913年までは全国的に低温であった。北日本(北海道)では1910年代後半に低温期を脱するとその後の気温上昇は急速で、一方の西南日本が1921年に不連続的な上昇をみせたもののその後横ばいの状

態がつづいたため、1940年代は顕著な「北暑」の時代になった。しかし北海道を中心として1952年に大幅でしかも不連続的な下降があり北日本ではその後低温傾向となったが、西南日本、特に南海地方ではその影響をほとんど受けなかったため、1950年代は一転して「北冷西暑」が支配的となり、この傾向は1960年代にも持ち越された。

三上(1975)は1920年前後に第1成分の、1950年代初めに第2成分の不連続的变化を指摘しているが、その変化をこの図から読みとると、1920年代初めの不連続的上昇は西南日本に顕著で、1950年代はじめの不連続的下降は北日本を中心にしたものであったという見方ができる。すなわち Dzerdzevskii (1969) がグローバルなスケールで明らかにしたように、今世紀、1920年以前と1950年以降に南北循環が卓越したのならば、

第5図 南岸の前線帯が強かった年の気温分布(偏差/標準偏差)

それに伴っておこる寒気の氾濫が、前者においては西南日本までおおい、後者においては北日本に限られたという解釈ができよう。

また北日本と西南日本との対照は、北海道と南海地方との差に10年の移動平均をするとより明瞭になる(第6図b)。1950年以降の「北冷西暑」は85年間のタイムスケールからみても非常に顕著な現象であり、同様の傾向をさがすとすれば、1890年代までさかのぼる必要がある。

次に前線帯の経年変化を示したのが第7図である。これは、138~147°Eの範囲で、各年について緯度帯平均の前線出現頻度(%)を求め、それを時系列に並べたもので、前線帯の経年的な南北変動を示している。

1945年以前の状態は不明であるが、気温にみられた1952年の不連続的变化は前線分布にも明瞭に現われている。すなわち、それ以前は北方や南方に散在していた前線³⁾が1952年以降は頻繁に日本列島にかかる

第6図 8月気温の経年変化(偏差/標準偏差)

(a) 地域別の経年変化

(b) 南北の対比(北海道-南海)

第7図 前線出現頻度の経年変化
(138~147°Eの範囲の緯度帯平均, 単位: %)

ようになっている。その後は現在に至るまで顕著な変化は認められないが、40°N付近と34°N付近とを2つの中心にして、年々の変動は相当に大きいことがわかる。ところでこのような前線帯の南北変動に特定の周期が存在するかどうかは1つの問題になるところであるが、強いていえば、40°N付近に10年の、34°N付近に5年程度の周期がありそうである。

5 前線帯と上層大気との関連

これまでに取り上げてきたのは地上の前線帯であり、このような前線分布の特性は下層大気だけのもの

かどうかという問題が残る。特に8月の前線帯については、上層のジェットとの対応などその位置づけに関し、梅雨期の前線帯のように十分な検討がなされていないだけに、上層大気との関連を確かめておく必要がある。さて戸村(1959)が報告しているように、わが国周辺における8月は、北上したジェットがあらゆる高度面で弱まるか消失する時期であるが、小沢・戸松(1956)によると、1951、52年の8月の例では、対流圏下層の気温が100~300 mbの風速分布や、300~1,000 mbのポーラーフロントの北上、南下と密接に関連しており、8月においてもジェットと前線帯との

第8図 200 mb面東西風速(a)とその偏差(b)の経年変化(単位: m/s)

Wa: 稚内 Sa: 札幌 A: 秋田 Se: 仙台 Ta: 館野 Ha: 八丈島 To: 鳥島

関連を無視できないことがわかる。

いま 200 mb の東西風速の経年変化(第8図a)をみると、地上の前線帯が南偏した年には強風域も南偏していることがわかる。わが国では8月の200 mb面の最大風速は通常、稚内に現われ、強風軸が稚内以北に位置していることを示すが、年によってはこれが札幌まで南偏することがあり、こういった年(1953, 58, 59, 63, 69)には必ず前線帯も南偏している。また東西風速の偏差図(第8図b)によると、秋田以南では5年程度の比較的規則正しい変動をしており、強風域の南偏にも前線帯の南偏同様、一定のリズムが存在しているようである。

次に、地上の前線帯が40°N付近にあった年と、南岸にあった年のそれぞれについて500 mb高度の南北断面を描いてみると、両者ははっきりと異なった傾向を示している(第9図)。すなわち前者では500 mb高度は南で正偏差、北で負偏差になって、47°N付近に最大傾斜が現われるが、後者では33°N以北は一律に負偏差で、急傾斜帯が拡がりながら南偏し、平年よりも低緯度まで及ぶ形となる。

以上から、地上の前線帯の南偏は200 mb面における強風域の南偏、そして500 mb高度偏差における負域の南偏に伴うものであって、決して下層だけの現象ではないことがわかる。いいかえれば、地上の前線帯の変動は、大気大循環に密接に関わっているといえることができる。

6 ま と め

わが国の8月の気温変動にみられる地域性と前線帯の変動との関連を、年々変動と長期傾向の両面から調べた。その結果は以下のようにまとめられる。

第9図 500 mb面高度の南北断面

(a) 地上の前線帯が40°N付近にあった年

(b) 地上の前線帯が南岸にあった年

破線は平年値、斜線部は負域。

わが国とその周辺の8月気温は南北方向に異質な変動をしており、北日本はより北方の地域と、西南日本はより南方の地域と密接に結びついた変動をしている。すなわち、東アジアの規模でみられる南北間の変動様式のちがいが日本付近に集約的に現われているとみることができる。その結果、気温の年々変動は、四国付近と東北地方中部とに相関の急変帯を形成する。これらは気温偏差分布における正、負両域の境界になりやすい地帯で、この境界は8月における前線帯が南岸に現われた年には前者に、東北地方を横切る年には後者に現われる。しかも前線の出現頻度の緯度分布は、南岸と40°N付近とに2つの極大をもつ。このように年々の気温の偏差分布は前線分布と密接に関連しており、平均的な前線帯は気温変動様式の不連続帯を形成しているといえよう。また長期傾向の観点からみると、1952年以降、前線帯はしばしば日本列島上にかかるようになり、北日本の気温を下げ、南北の気温差を強化している。さらに地上の前線帯の変動は上層大気と密接に対応しており、地上気温の変動は前線帯の変動を介して、大気大循環の変動と結びついて起る現象であると結論することができる。

本稿を作成するにあたり、多大な御指導をいただいた東北大学設楽寛助教授をはじめに仙気候学関係者諸氏、貴重な御指摘をいただいた都立大学矢沢大二教授に深く感謝の意を表します。

(1977.1.22 受理)

注

- 1) 相関係数は1901~75年(N=75)と1946~75年(N=30)の2つの期間について計算した。両者の傾向に大きな差異は認められないが、南北差は後者において強化されている。ここでは短期間のためにやや不安定ではあるが、前線帯との対比を考へて、後者の期間のものを掲げた。
- 2) 同じ西日本でも山陰と南海地方とでは相当の差異が認められるので、北日本と南日本という分け方の方が妥当である。しかし南日本という表現はあまり用いられないので、この論文では西南日本という表現をする。
- 3) 1948, 49年などに南岸に現われる前線は、北方に別の前線を伴っており、気温分布などからみても酒井(1952)が指摘した「前線帯の極端な北上に伴って南方にできる2次前線」と考えられる。このような年の500 mb高度をみると、40°N, 50°N, で大きな正偏差を示しており、1952年以降に南岸に現われる前線とは別に扱われる

べきものであろう。

文 献

- Dzerdzeevskii, B.L. (1969): Climatic Epochs in the 20 th Century and Some Comments on the Analysis of Past Climates *in* Wright, H.E., Jr. (ed.) Quaternary Geology and Climates (Proc. 7 th Cong.) INQUA 16 Nat. Acad. Sci. Publ. 1701 Washington 49 60
- 福井英一郎(1973): 日本における最近の低温化の傾向とその動的考察 地理評 46 231~244
- 気象庁(1972): 季節予報指針(下) 長期予報テクニカル・ノート 第14章
- 気象庁統計課(1961): 平均回数差による平均値のちがい 研究時報 13 864~880
- 前島郁雄(1957): 気温の平均値について 地理評 30 1043~1057

- 三上岳彦(1975): 主成分分析による日本の夏季気温分布型の表現とその動気候学的考察 地理評 48 784~797
- 小沢 正・戸松喜一(1956): 夏季本邦付近の温暖・寒冷の機構について 研究時報 8 33~40
- 齊藤鍊一(1956): 観測法の変更が気温観測値に及ぼした影響 研究時報 8 20~24
- 酒井 一(1952): 東北地方夏季気温及び降水量と春季移動性高気圧経路との関係について 研究時報 4 11~15
- 関口 武・田宮兵衛(1968): 秋雨の気候学 地理評 41 258~279
- 鈴木秀夫(1962): 日本の気候区分 地理評 35 205~211
- 戸村政雄(1959): 日本におけるジェット気流の年変化(要報) 研究時報 11 75~77
- 吉村 稔(1967): 北半球の前線帯の年変化 地理評 40 393~408

Regionality of the Fluctuation of August Air Temperature in Relation to the Distribution of Fronts in and around Japan

Kiyotaka SAKAIDA

In the summer temperature distribution of Japan, the "north cool-south hot" anomaly pattern has been often recorded recently. Such a pattern is noteworthy from the viewpoint of climatic change. The object of this study is to clarify the regionality of August temperature variation in relation to the distribution of fronts.

In terms of correlation charts of August temperature (Fig. 2), the fluctuation pattern over Japan is synchronous in E-W direction, and it has "turning zones" crossing over Shikoku and over mid-Tohoku, where it changes abruptly in meridional direction. Such a pattern is extended in East Asia (Fig. 3), where the areas of northern and southern fluctuation patterns confront each other in Japan.

Temperature anomaly distribution in August is in close connection with appearance of fronts. Yearly frontal zone, i.e. discontinuous zone of temperature dis-

tribution, tend to appear along one of the above "turning zones" (Fig. 4). This indicates that the climatic frontal zone results in a discontinuous zone in the patterns of temperature fluctuation.

It is said, from the viewpoint of secular change, that the frontal zone moved southward in 1952, and the temperature lowered in northern Japan thereafter, while it remained unchanged in southwest Japan. Therefore the temperature gradient along the Japanese Islands became considerably steep in 1950's (Fig. 6 and 7).

The surface frontal zone in August is closely related to upper westerlies (Fig. 8). The surface air temperature is connected with the general circulation through the fluctuation of frontal zone. Thus the situation of frontal zone can be regarded as a useful index for the climatic change.