

## 主成分分析による中国東北地区の気温分布特性の解析

誌名	農業氣象
ISSN	00218588
著者	趙, 煥宸 加藤, 央之 高橋, 英紀
巻/号	39巻4号
掲載ページ	p. 261-269
発行年月	1984年3月

# 主成分分析による中国東北地区の 気温分布特性の解析

趙 煥宸\*・加藤央之\*\*・高橋英紀\*\*\*

( \* 中国科学院長春地理研究所  
\*\* 電力中央研究所エネルギー環境技術研究所  
\*\*\* 北海道大学大学院環境科学研究科 )

Analysis of Air Temperature Distribution over Northeast of China  
using Principal Component Analysis

Huan-chen ZHAO \*, Hisashi KATO \*\* and Hidenori TAKAHASHI \*\*\*

( \* Changchun Institute of Geography, Academia Sinica,  
Changchun, China  
\*\* Energy and Environmental Laboratory, Central Research Institute  
of Electric Power Industry, Komae 201, Japan  
\*\*\* Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University,  
Sapporo 060, Japan )

## 1. ま え が き

中国における気候学の研究活動はかなり活発で、気候の地域特性や区分、気候の長期変動に関する研究報告も数多く出されている。例えば、気候の地域特性や区分に関しては農業生産性に視点を置いた気候の地域特性の把握(河南省気象局農業気候区別弁公室棉花協作組, 1983; 中国農業科学院農業気象研究室農業気象組, 1981)、フジイ集合理論を導入した農業気候区分の試み(楊ら, 1982)などがあり、気候の長期変動については中国華南地区の降水長期変動の解析(陳ら, 1965)、5000年来の中国の気候変化(竺, 1973)、今世紀における中国の気温変化の特徴(張, 1982)などで、さまざまな要素が取扱われ、その長期変動が論じられている。これら気候の地域特性と気候要素の長期変動に関する研究の多くは単に、1地点あるいは複数地点の平均値とその分布を解析の基礎としたものであった。しかし、各々の気候要素の時間変化は他の地点や他の気候要素などとの相互関連の中で現われるものであり(鈴木, 1968)、本論文で取扱う中国東北地域のように面積が広く、地形も多様で地域内の気候にかなりの差があるような地域の気候変動を論ずる場合には、地域全体を単なる平均値で代表させることはできない。この問題を解決するには地域内の観測点数に応

じた多次元時系列解析が必要となり、多変量解析とりわけ、気象現象のきわめて局地的な特性、すなわち、ノイズを除去できる主成分分析法が有効な手段となってくる。この主成分分析による気象現象の地域特性の把握とその長期変動については日本全体の夏季気温を対象とした三上(1975)の報告がある。気象学・気候学における主成分分析法の応用は、1950年代半ばに始まったとされているが(三上, 1975; 鈴木, 1981)、その応用は気圧・気温(Kutzbach, 1967)、気圧(Kutzbach, 1970)、気圧・気温・降水(Kidson, 1975 a, b)、風(Barnett, 1977)などに見られるごとくかなりマクロな場を対象としたものが多かった。これを比較的狭い地域である日本の東北地方の気候区分に適用したのが小島(1973)の研究である。その後、三上(1975)の研究や山崎ら(1977)による関東甲信地方の日雨量分析、加藤(1983)による日照時間、日平均気温から見た北海道の地域特性の研究が続いている。

本論文の目的は中国東北地区(黒竜江省, 吉林省, 遼寧省)内、35観測点、18年間の月平均気温を用いて気温変動の主成分分析を行い、地区の気温分布パターンを明らかにすることと、各成分の毎月あるいは毎年のスコア時系列とそのスペクトル解析から、その長期変動傾向や周期性の検討を行い、特に、年間を通じて解析することにより季節による差異を明らかにすることにある。なお、月平均気圧の主成分分析も同時に行ったが、これは気温

昭和58年4月6日 全国大会にて発表

昭和58年7月30日 受理

分布パターン出現の原因およびプロセスを説明する際の手がかりとして用いた。

2. 資料と研究方法

a. 主成分分析について

主成分分析法は、 $p$  個の変量  $x_1, x_2, \dots, x_p$  (本論文では  $x_i$  が  $i$  番目の地点の月平均気温の年平均偏差) の持つ情報を次の二つの条件を満足する  $m$  個 ( $m < p$ ) の総合特性値  $Z_1, Z_2, \dots, Z_m$  (第1, 第2, …, 第  $m$  主成分) に要約する手法である。

$$Z_k = l_{k1} \cdot x_1 + l_{k2} \cdot x_2 + \dots + l_{kp} \cdot x_p \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^p l_{ki}^2 = 1 \quad (2)$$

条件(1), 第1主成分の分散は最大である。

条件(2), 第2主成分  $Z_k$  は  $Z_1, Z_2, \dots, Z_{k-1}$  と無関係である。

$l_{ki}$  は  $[x]$  の分散・共分散行列から求められる固有値  $\lambda_k$  の固有ベクトル成分である。ここで例えば  $l_{1i}$  によって規定される空間的な変動は、気温の年平均偏差のうちの最も卓越した分布パターンであり、そのパターンの盛衰がスコア  $Z_1$  の大小によって示されている。

個々の主成分について寄与率が計算される。 $Z_k$  の寄与率  $\alpha$  (%) は、

$$\alpha = (\lambda_k / \sum_{i=1}^p \lambda_i) \times 100 \quad (3)$$

として求められる。ここで各主成分の分散の和 ( $\sum_{i=1}^p \lambda_i$ ) は全地点の  $x_i$  の分散の総和に等しい。従って、第  $k$  主成分  $Z_k$  は気温偏差の全地域変動の  $\alpha$  % を説明することになる。

b. 資料と解析方法

本論文の分析に用いたデータは中国東北地区 35 地点の気象官署 (Fig. 1) における1月から12月までの月平均気温で、期間は1961年から1978年までの18年間である。観測点数が35、観測資料数が18(年)×12(月)=216であるから35×216のデータ行列について主成分分析を行った。なお、データは全地域・全期間の平均値からの偏差の形に変換し解析に用いた。固有値及び固有ベクトルはJacobi法によって求め、寄与率・累積寄与率・各成分のスコアは前述の方法で算出した。また、スペクトル解析は最大エントロピー法を用いた。

3. 結果および考察

a. 気温変動の分布特性

毎年の月平均気温の年平均偏差について、主成分分析から得られた上位3主成分の固有値と寄与率、累積寄与率をTable 1に示す。これらから上位2主成分で全変動の

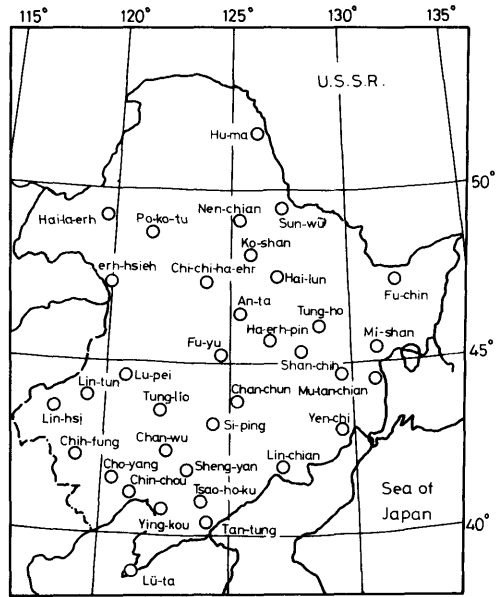


Fig. 1. Location of the meteorological stations.

Table 1. Eigenvalue and percent variance explained by each of the first 3 components and accumulative explained variance.

Component	Eigenvalue	Variance (%)	Cum. variance (%)
1 st	61.87	73.0	73.0
2 nd	9.62	11.4	84.4
3 rd	3.35	4.0	88.4

80%以上を説明できることがわかる。この上位3主成分について、それぞれ年平均気温偏差の固有ベクトルの分布図を作成した (Fig. 2-(a), (b), (c))。各成分ごとの特徴を以下に述べる。

第1主成分 (Fig. 2-(a)) は全変動の73.0%を説明する。東北地区全域が正の符号で、極大域は地区の北西部にあり、その中心は呼倫貝爾高原 (海拉爾一帯) と長春・ハルピンから克山に至る一帯とに2分割された形になっている。最も低い値を示すのは遼東半島である。

第2主成分 (Fig. 2-(b)) は全変動の11.4%を説明する。地区の南部で正、北部で負と逆転している点が特徴である。正負の境界線はほぼ45°Nの緯線に沿っており、第1主成分の極大域の南部を通っている。絶対値が最大となるのは地区の北北東部 (呼瑪一帯) と遼東半島の南東部山地一帯である。

第3主成分 (Fig. 2-(c)) は全変動の4.0%を説明する。地区の東部で正、西部で負と逆転している点も特徴である。正負の境界線は東北地区を2分した形になっている。正・負値の中心はそれぞれ呼倫貝爾高原 (海拉爾) と張広

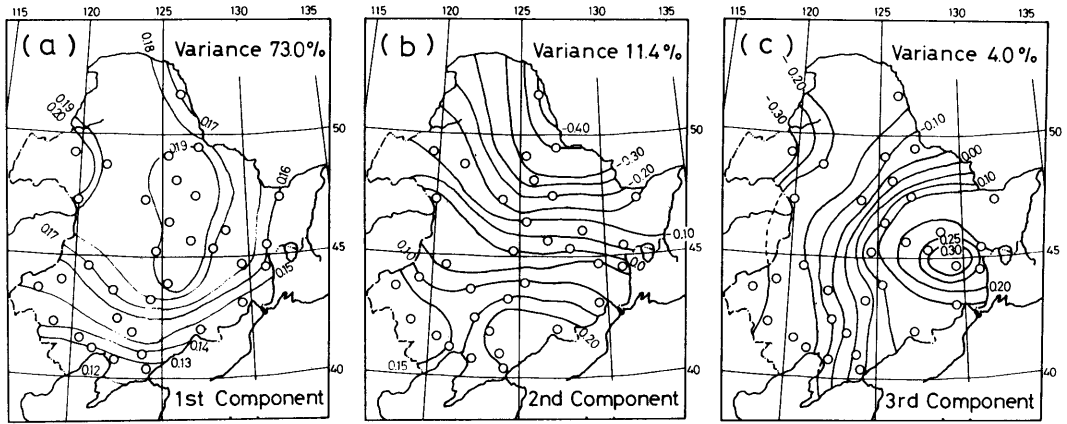


Fig. 2. Eigenvectors of monthly mean air temperature for (a) the first, (b) the second and (c) the third components.

方嶺(牡丹江)の一带にある。

以上の結果から、第1主成分は全東北区の気温偏差を同符号で表わす主成分であり、第2主成分と第3主成分とはそれぞれ北部と南部、東部と西部の気温偏差を逆符号で表わす主成分であることがわかる。すなわち、第1主成分は全東北高温・全東北低温型、第2主成分は北冷南暑・北暑南冷型、第3主成分は東暑西冷・東冷西暑型の各気温分布に関連した主成分とみなすことができる。

**b. 気圧変動の分布特性**

気温偏差の卓越水平分布パターンの原因とプロセスを究明するために、気温の場合とはほぼ同じ方法で月平均気圧の主成分分析を行った。

第1、第2主成分の水平分布をFig.3-(a), (b)に示す。第1主成分(Fig.3-(a))のベクトル成分は全変動の42.2%を説明する。地区の北部で正、南部では負となっている。

第2主成分(Fig.3-(b))は全変動の19.5%を説明する。地区の西部で正、東部で負となっている。

気圧の第3主成分は全変動の7.5%を説明する。地区の中部で正、南部と北部で負である。局地的な高気圧または低気圧の存在などが考えられる。

**c. 気圧配置から見た気温変動の分布特性**

以上の結果から、第2主成分までの累積寄与率は61.7%に達するので、この二つのパターンで気圧の地域変動のかかなりの部分が説明できる。また、 $Z_{p1}-Z_{p2}$ 平面上に任意の月の気圧の第1・第2主成分スコアをプロットす

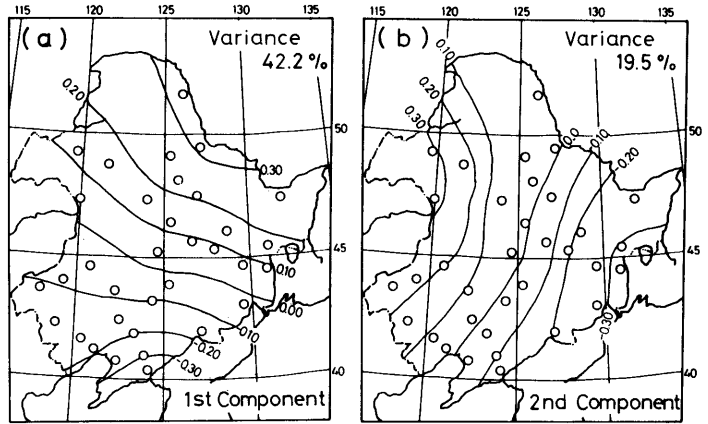


Fig. 3. Eigenvectors of monthly mean air pressure for (a) the first and (b) the second components.

ればその位置がその月の概略的な気圧の傾度およびその大きさを示すことになる(Fig.4-(a), (b), (c))。Fig.4-(a)によれば正の卓越パターンは北部で相対的に気圧が高い場合に現われている。これはモンゴル高気圧が西に抜けて弱くなり、インド低気圧が南西部から北東にのびて、東側の太平洋高気圧が次第に西へ勢力を増しつつある時期に対応する。その気圧配置の影響により、東北地区全域で高温になるが、南東部では湿潤で暖かく、内陸、特に長白山山脈と大興安嶺の風下側に位置する長春・ハルビンおよび呼倫貝爾高原の一带で高温の中心となる。それは夏季の気圧配置型と言える。次に、負の卓越パターン(Fig.4-(a)の下段)は西部で相対的に気圧が低い場合に現われている。これは南西部のインド低気圧と東部の太平洋高気圧が同時に存在するが、冬季のモンゴル高気圧の影響が残るため、北西部で西風と北西風

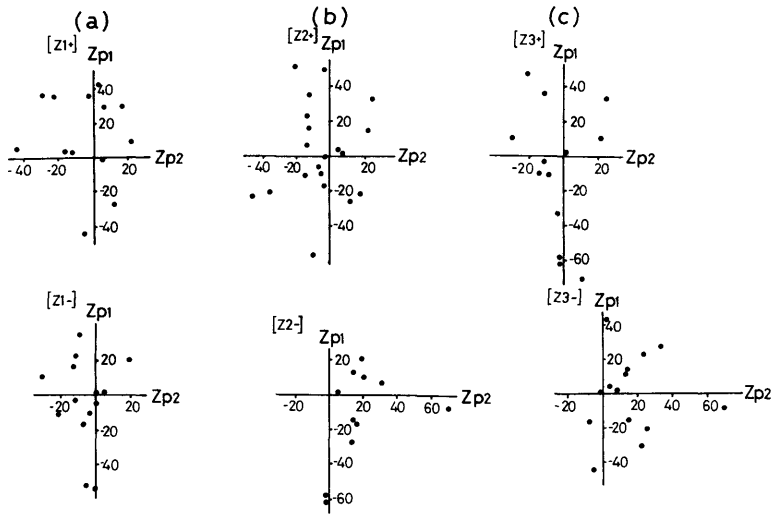


Fig. 4. Pressure gradient patterns on the months with dominant positive (upper) or negative (bottom) scores of air temperature for (a) the first, (b) the second and (c) the third components.  $Z_{p1}$  and  $Z_{p2}$  mean the scores of the first and second components for the air temperature.

が卓越し、南東部で南東風が卓越する状態である。その時、呼倫貝爾高原は山脈の風上側にあるため、北西の冷い風を直接うけ、ハルピン・長春では南東から吹き込んでくる暖かな風が長白山脈でさえぎられて到達しないため、それぞれ低温の中心となる。また、南東風の吹き込んだ南東部では相対的に高温となる。この気圧の配置は春季と初夏に比較的生じやすく、東北地区で春季と初夏に低温冷害が発生する原因であると考えられている。もちろん、冬季にモンゴル高気圧が発達して東の方への勢力を広げたときも、全東北低温型と上述の2低温域を持つ型になると考えられる。

Fig.4-(b)によれば、正の卓越パターンは西部で相対的に気圧が低い場合に表われている。これは西部でのインド低気圧が東側の太平洋高気圧とほぼ南西-北東方向に対峙することが主な原因である。この気圧配置の影響により、南部で内陸から吹き込んでくる南西風の勢力が南東風のそれより強くなり、北東部ではオホーツク海から吹き込んでくる北東風が卓越するため、気温の南高北低型が形成される。これは夏季の気圧配置型の一つである。一方、負の卓越パターンは東部で相対的に気圧が低い場合に現われている。これは西部でモンゴル高気圧が勢力を持ち、北東部のオホーツク海方面で低気圧が発達する場合である。このような気圧配置の影響により、南部では冷却された西~北西風が卓越し、北部、特に北東部で南東風が卓越するため、気温の北高南低型が形成される。この気圧配置は秋季に多く見られる。

Fig.4-(c)によれば、正の卓越パターンは東西の気圧傾度が低く、南北に大きい場合に現われており、西部ではインド低気圧から伸びた低圧部に覆われるが、その西側と東側にそれぞれモンゴル高気圧と太平洋高気圧があり、その二つの高気圧の間に低圧部をはさむ型となる。このような気圧配置では、特に北東部に低気圧が形成される時、西部で冷い北西風が卓越し、東部で南西風が卓越するため、西部、特に大興安嶺の風上側に位置する地方で低温となり、東部、特に長白山の東側に位置する牡丹江一帯で高温となって、気温の東暑西冷型が形成される。主として春季の気

圧配置型である。次に、負の卓越パターンは東部で相対的に気圧が低い場合に現われている。これは地区の東部でオホーツク海方面の低気圧が東から北にかけて、また西側ではモンゴル高気圧が西から南にかけて勢力を保つ場合に見られる。そのため、東北地区では西風と南西風が卓越し、西部で高温となり、東部、特に長白山の風下側に位置する地方が低温となって、気温の西暑東冷型が形成される。これは主として秋季の気圧配置型の一つであると言える。

**d. 気温分布型の長期出現特性**

気温分布型は前述の上位2主成分のスコアの組み合わせによってほぼ決定される。ここではスコアの時系列から上位2主成分の長期変動傾向、周期性及び季節による差異についての検討を行った。

**(i) 気温分布型の月別長期変動特性**

気温分布型の月別長期変動をFig.5-(a), (b)に示す。(a)と(b)はそれぞれ第1主成分と第2主成分のスコア時系列(各月)である。図中の点線は代表月(1月:冬季, 4月:春季, 7月:夏季, 10月:秋季)に対して、神山(1968)の短周期波消去法による5年移動加重平均の式を用いて、周期変動を平滑化したものである。

Fig.5-(a), (b)を見ると、1月には第1主成分は1961-1966年及び1972-1976年で正の値、また1967-1971年と1977年以降で負の値を示した。第2主成分は1961-1969年で負の値、1970-1978年で正の値が継続的に出現した。ただし、第1主成分と第2主成分とも

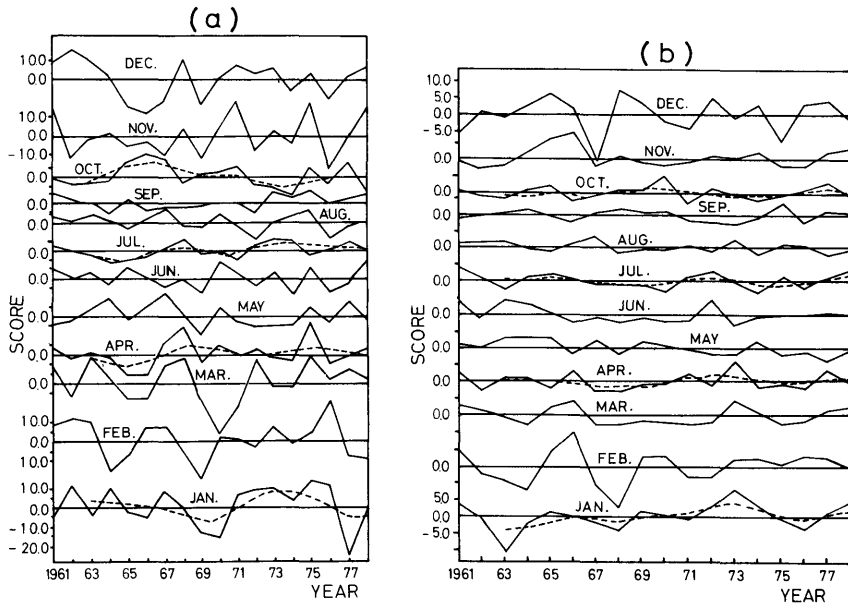


Fig. 5. Time series of the scores of (a) the first and (b) second components for each month. Dashed lines indicate the five year moving weighted average.

1961-1966 年間の変動が少なく、全東北的に高温、かつ北暑南冷型の気温分布が頻出した期間であると言える。1967-1970 年は全東北低温型の気温分布が頻発した期間で、1971-1976 年は全東北高温、かつ南暑北冷の気温分布型である。

4 月には 1961-1966 年は全東北低温の気温分布型、1967-1970 年は全東北高温、かつ北暑南冷の気温分布型、1971-1978 年は全東北高温、かつ南暑北冷の気温分布型が頻発した。

7 月には 1961-1966 年は全東北低温、1967-1970 年

は北暑南冷、1971-1978 年は全東北高温、かつ北暑南冷の気温分布型が頻発した。

10 月には 1961-1964 年は全東北低温、1965-1971 年は全東北高温、1972-1978 年は全東北低温の気温分布型が頻発した。

一方、このような気温変動の周期性を確かめるためにスペクトル解析で各主成分のスコア時系列について周期分析を行った。一例として、冬季(1月)、夏季(7月)の各主成分のスコア時系列の周期分析結果を Fig.6-(a), (b)に示す。

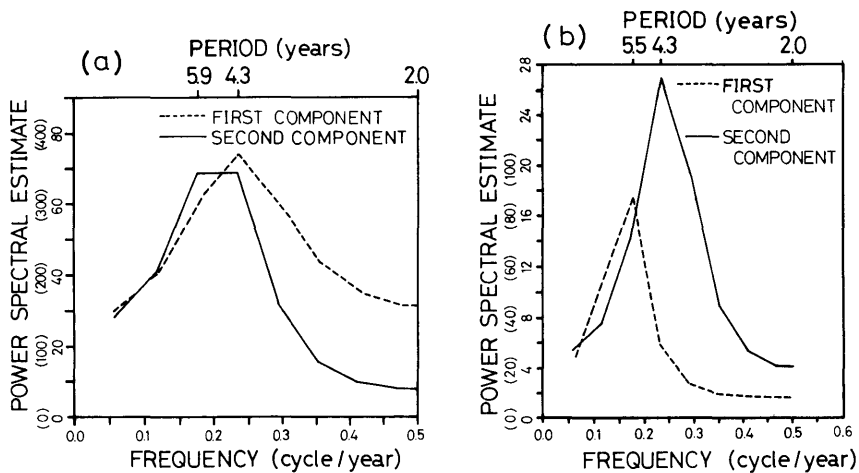


Fig. 6. Power spectrums of the first and second components for (a) January and (b) July.

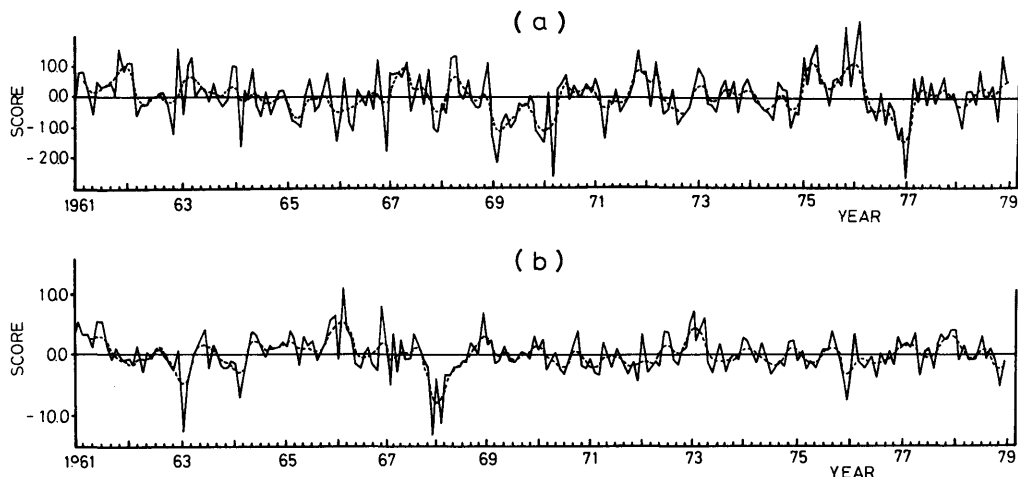


Fig. 7. Time series of the scores of (a) the first and (b) the second components for all data of monthly mean temperature.

図を見ると、冬季に第1主成分と第2主成分はそれぞれ約4年と5-6年の周期を持ち、夏季に第1と第2主成分は、それぞれ約5-6年と4年の周期を持っており、従来、気象現象に出現することが指摘されている周期(張ら, 1982年; 三上, 1975)とはほぼ一致する。

(ii) 気温分布型の通年出現特性

Fig. 7-(a), (b)はそれぞれ気温についての第1, 第2主成分の全統計期間(通年)時系列である。

図中の点線は、やはり神山(1968)の短周期波消去法による5年移動加重平均の式を用いて平滑化したものである。このような変動の周期性を確かめるために、各成分のスコア時系列についてスペクトル解析を行った。その解析結果をFig. 8に示す。

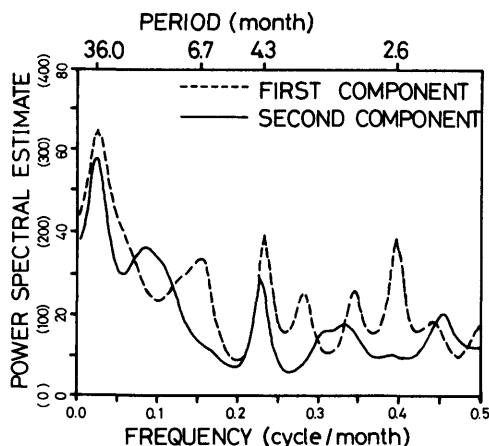


Fig. 8. Power spectrums of the first and the second components for all data of monthly mean temperature.

Fig. 8を見ると、第1・第2主成分は共に約36ヶ月の周期を持っている。この結果は張ら(1982)の解析結果とよく一致した。

なお、年代による各成分出現状態の差異をより明確にとらえるために、第1主成分と第2主成分をそれぞれ横軸と縦軸にとった2次元分布図を作成した(Fig. 9-(a), (b))。

Fig. 9-(a)を見ると、1月には第2・第4象限を中心に点が分布しており、主として全東北高温・かつ北暑南冷型または全東北低温、かつ南暑北冷型は交互に出現し

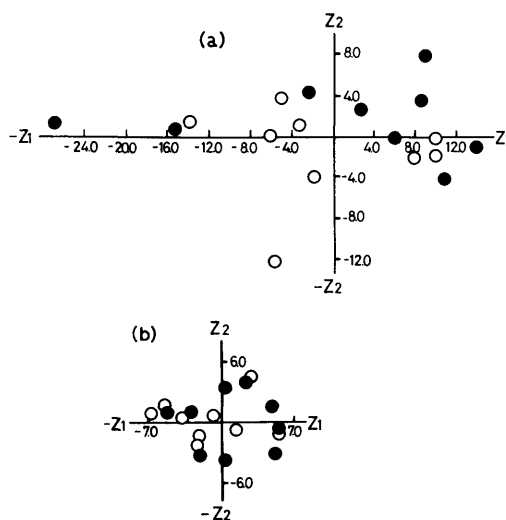


Fig. 9. Scattering diagram of the first and the second components of air temperature for (a) January and (b) July. Open circle: 1960s, Black circle: 1970s.

たことがわかる。特に、全東北低温、かつ北暑南冷型は少ないことが特徴的である。また、70年代には全東北低温、かつ北暑南冷型の気温分布型は出現せず、60年代には全東北高温、かつ南暑北冷の気温分布型は出現しなかった。以上のことから、70年代は60年代に比べ、1月の気温は温暖な傾向にあったと言える。

Fig.9-(b)を見ると、夏季(7月)は60年代には第2・第3象限を中心に点が分布しており、全東北低温型が多かったことがわかり、70年代には第1・第4象限を中心に点が散在しており、全東北高温型が頻発した。このことから両年代における気温分布の出現状態に顕著な差異があるものと言えよう。

**c. 東北地域における5種の気温類型**

東北地区では低温冷害は主要な自然災害の一つである。年間を通じての低温の出現頻度を把握するために、スコアの値を指標として、月気温を暖月・やや暖月・正常月・やや冷月・冷月の五つの類型に分けた。第1主成分は全東北地区の気温変動の73%を説明できるため、ここで第1主成分の気温分布型を用いて、その検討を行う。指標は  $3.6 \geq \text{スコア} \geq -3.6$  ( $\pm 3.6$  とはそれぞれ正のスコアと負のスコアの和の平均値)を正常月とし(Cと記す、以下同様)、 $3.6 < \text{スコア} \leq 6.0$ をやや暖月(A<sub>B</sub>)、スコア > 6.0を暖月(A)、 $-3.6 > \text{スコア} \geq -6.2$ をやや冷月(B<sub>A</sub>)、スコア < -6.2を冷月(B)とする。上述の指標によって、最近18年(1961-1978年)の中国東北地区における五つの温度類型の出現頻度はTable 2とTable 3のようにまとめることができる。

Table 2とTable 3から以下のことが明らかとなった。

- (i) 東北地区では冷月(B+B<sub>A</sub>)、暖月(A+A<sub>B</sub>)と正常月(C)はそれぞれ総月数の28%, 32%, 40%を占める。すなわち、低温になる月の出現する確率は総月数の1/3に達する。
- (ii) 顕著な冷月(B)、暖月(A)はやや冷月、やや暖月に比べて出現頻度がかなり高い。東北地区では顕著な冷・暖月が出現しやすいことを示しており、注目される。
- (iii) 正常月を除き、暖月と冷月との持続時間が比較的に長く、2ヶ月以上の持続時間はそれぞれ総月数の23%、

**Table 3. Durability of the patterns of air temperature distribution.**

Durability	Pattern				
	A	A <sub>B</sub>	C	B <sub>A</sub>	B
1 (month)	20	19	28	15	17
2	8	2	9	4	4
3	2	0	7	0	3
4	1	0	3	0	1
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0
Total	46	23	86	23	38

22%を占める。

**4. ま と め**

中国の東北部に位置する東北地区は面積が大きく、地形も多岐にわたるため、地区内の気候はかなりの地域差がある。気候要素の地域偏差が長期的にどのように変動するかを知るためには、観測点数に応じた多次元時系列解析を行う必要がある。本論文では月平均気温を例として、気温変動の主成分分析を行い、各成分の固有ベクトル分布図を作成し、それぞれ気温偏差の基本パターンを明らかにした。さらに各主成分の月別のスコア時系列と各主成分の通年のスコア時系列及びそのスペクトル解析から、その長期変動傾向や周期性の検討を行い、特に年間を通じて分析することにより、季節による変動の差異を明らかにした。一方、月平均気圧の主成分分析を行って、得られた結果を月平均気温の卓越水平分布パターンの成因及びプロセスを究明する際の手がかりとして用いた。

得られた結果をとりまとめると次のようになる。

- (i) 第1・第2・第3主成分はそれぞれ全東北高温・全東北低温型、北冷南暑・北暑南冷型、東暑西冷・東冷西暑型の各気温分布に関連した主成分とみなすことができる(Fig.2)。
- (ii) 気温分布型の長期変動特性はFig.5に見られるごとく月によって異なり、例えば夏季(7月)については1961-1966年は全東北低温、1967-1970年は北暑南冷、

**Table 2. The frequency of the patterns of air temperature distribution occurred in each month and season.**

Pattern	J F M A M J J A S O N D												Total	Spring	Summer	Autumn	Winter
														Apr. - May	Jun. - Aug.	Sep. - Oct.	Nov. - Mar.
A	8	7	7	2	3	2	0	1	1	4	4	7	46(21%)	5	3	5	33
A <sub>B</sub>	0	1	0	2	3	3	4	3	3	2	2	0	23(11%)	5	10	5	3
C	4	4	5	9	7	7	11	11	11	7	5	5	86(40%)	16	29	18	23
B <sub>A</sub>	3	1	0	3	4	3	2	1	1	2	2	1	23(11%)	7	6	3	7
B	3	5	6	2	1	3	1	2	2	3	5	5	38(17%)	3	6	5	24



1971-1978年は全東北高温、かつ北暑南冷の気温分布型がそれぞれ卓越した期間であり、全東北高温・低温分布型の出現には約5-6年の周期(Fig.6-(b))があるなどの知見が得られた。一方、全統計期間を通しての解析からは第1・第2主成分とも36ヶ月の周期性が認められた(Fig.8)。

(iii) 東北地区における5種の気温類型(暖月: A, やや暖月: A<sub>B</sub>, 冷月: B, やや冷月: B<sub>A</sub>, 正常月: C)で冷月(B+B<sub>A</sub>), 暖月(A+A<sub>B</sub>), 正常月はそれぞれ総月数の28%, 32%, 40%を占める。すなわち、低温になる月の出現確率は東北地区で総数の1/3に達する。

なお、今回用いたデータは18年間の216ヶ月であるため、東北地区のより長期にわたる変動に関しては今後一層研究を進める必要があると考えられる。

### 引用文献

- 1) Barnett, T. P., 1977: The principal time and space scales of the pacific trade wind fields. *J. Atmos. Sci.*, **34**, 221-236.
- 2) 陳 世訓, 陳 連宝, 1965: 華南降水多年變化的某些特征, *地理学報*, **31**, 304-320.
- 3) 河南省気象局農業気候区劃弁公室棉花協作組, 1983: 河南省棉花気候生態区劃, *農業気象(中国)*, **4**, 22-25.
- 4) 神山 基, 1968: 曲線平滑法についての考察, *研究時報*, **20**, 206-211.
- 5) 加藤史之, 1983: 日照時間・日平均気温の変動形態から見た北海道の地域特性, *地理学評論*, **56**, 1-16.
- 6) Kidson, J. W., 1975 a: Eigenvector analysis

- of monthly mean surface data. *Mon. Wea. Rev.*, **103**, 177-186.
- 7) Kidson, J. W., 1975 b: Tropical eigenvector analysis and the Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*, **103**, 187-196.
  - 8) 小島忠三郎, 1973: 主成分分析による東北地方の詳細な気候区分, *農業気象*, **29**, 165-172.
  - 9) Kutzbach, J. E., 1967: Empirical eigenvectors of sea-level pressure, surface temperature and precipitation complexes over North America. *J. Appl. Meteor.*, **6**, 791-802.
  - 10) Kutzbach, J. E., 1970: Large-scale features of monthly mean northern hemisphere anomaly maps of sea-level pressure. *Mon. Wea. Rev.*, **98**, 708-716.
  - 11) 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, *地理学評論*, **48**, 784-797.
  - 12) 鈴木栄一, 1968: 気象統計学, 地人書館, 314 P.
  - 13) 鈴木栄一, 1981: 多変量解析の気象への応用, *気象研究ノート*, **143**, 143-155.
  - 14) 山崎孝治, 木並良夫, 1977: 関東甲信地方の日雨量の主成分分析, *研究時報*, **29**, 81-87.
  - 15) 楊 美華, 王 銘文, 1982: 模糊数学在小区城農業気候区劃中的应用, *地理科学*, **2**, 154-161.
  - 16) 張 先恭, 李 小泉, 1982: 本世紀我国气温变化的某些特征, *气象学報*, **40**, 198-208.
  - 17) 中国農業科学院農業気象研究室農業気象組, 1981: 我国甘蔗気候区劃的研究, *農業気象(中国)*, **2**, 1-5.
  - 18) 竺 可楨, 1973: 中国近五千年來气候变迁的初步研究, *中国科学*, **2**, 168-189.

### Summary

The north-west district (Heilungjiang-sheng, Kirin-sheng and Liaoning-sheng) of China covers a wide region, approximately 3.3 times of the total area of Japan, and comprise various types of geographical features. As a result the difference in climatic conditions are considerable.

Thus, a multidimensional time series analysis is useful for the clarification of the distribution patterns of climatic elements and their fluctuations.

In this paper, the monthly data of air temperature and air pressure at 35 sites from 1961 through to 1978, were used for the principal component analysis. The principle patterns of air temperature distribution were obtained from the scattering diagram of eigenvector of each component. The changeability and periodicity of principle pattern were clarified from the time series of scores of each principal component and its spectral analysis.

The results of principal component analysis of air pressure were used to trace the principle patterns of air temperature to its origin.

The results obtained are summarized as follows:

- (i) The first three components can explain more than 80% of the cumulative variance. The spacial eigenvector patterns are shown in Fig. 2. The first component (73.0% of total variance) represents "over the entire area" or "cool over the entire area" patterns of monthly air temperature

distribution. The second component (11.4% of total variance), consists of the “east hot – west cool” or “east cool – west hot” patterns.

(ii) The prevailing patterns of air temperature distribution change from year to year and the aspects of the change are different for each month as shown in Fig. 5. For example, the prevailing patterns in summer (July) are “cool over the entire area” pattern in 1961 – 1966, “north hot – south cool” in 1967 – 1970, and “hot over the entire area and north hot – south cool” patterns in 1971 – 1978.

The spectrum analysis of the first and second components for July showed that these two components have the periodicity of 5 – 6 years and 4 – 5 years, respectively. From the same analysis for monthly data of the first and second components, it was clarified that these components have a periodicity of 36 months.

(iii) Using the values of the first component, the five patterns of monthly air temperature distribution in the north-east district in China were classified as very hot month (A), slightly hot month ( $A_B$ ), normal month (C), slightly cool month ( $B_A$ ) and very cool month (B). The frequency of the hot months ( $A + A_B$ ), normal months (C) and cool months ( $B + B_A$ ) were 32%, 40% and 28%, respectively.