主成分分析による東北地方の詳細な気候区分

小 島 忠 三 郎
(農林省林業試験場東北支場山形分場)

Detailed Climatic Classification of Tohoku District by Principal Component Analysis

Chusaburo KOJIMA

(Yamagata Sub-Branch, Tohoku Branch, Gov. For. Ex. Sta., Kamabuchi, Yamagata 〒 999-56)

1. まえがき

気候区分は、一般に気候によって生ずる結果、たとえば植生分布、景観、人間生活に及ぼす影響などを考慮して区分したものが多く、なかでも有名なものは、ケッペンの気候区分とソーンズウェイトの気候区分である。そしてこれらの区分をわが国に於てはめたのが、福井(1957 a, 1957 b, 1957 c, 1958), 関口(1949)らにより報告され、また独自のものとして関口(1959), 鈴木(1926)吉良(1945)などの報告がある。

これらはいずれも、気温と降水量の2要素をもとに適当な指数(乾燥指数, P-E指数, 乾湿指数), 係数(湿潤係数, 乾燥係数)あるいは限界値(乾燥限界)などを求め、これらを指標として区分している。しかしこれらの区分は、全世界あるいは全日本といった広い地域を対象とした大区分で、東北地方はせいぜい3~4の気候区に分けられるにすぎない。

筆者は、東北地方における242地点の気候資料を用い、多変量解析のひとつである主成分分析の手法によって気候地帯区分を試みた。この方法は純気候学的な、気候要素のみによる区分法であり、上に述べた気候現象の結果に基づく、経験的な区分法と対比されるが、農林業やその他の産業、人間生活などとも深い関係にあるので報告したい。

なお本研究にあたって、農業技術研究所の奥野忠一博士の御指導と御助言をうけた。衷心よりお礼を申し上げる。また計算のプログラムは筆者が作成し、農林研究計算センターを利用して計算したものである。ここに同センターの指導員ならびに係員各位に深甚の謝意を表する。

2. 主成分分析について

主成分分析とは、お互に何らかの相関のある特性値のもつ情報を、お互に無相関な少数の総合特性値すなわち主成分に要約し、直観的な判断が下せるようにすることである、といえる。このばあい、情報のロスはなるべく少ない方が望ましいが、70~80%の情報が数成分で説明できるとすれば、一応の目的を達するばあいが多い。そして、これらの主成分を用いて、分類を行うことができる。

さて、主成分はつぎのような1次結合式で示される。

$$\left. \begin{aligned} z_1 &= w_{11}x_1 + w_{12}x_2 + \cdots \cdots \cdots w_{1p}x_p \\ z_2 &= w_{21}x_1 + w_{22}x_2 + \cdots \cdots \cdots w_{2p}x_p \\ &\vdots \\ z_m &= w_{m1}x_1 + w_{m2}x_2 + \cdots \cdots \cdots w_{mp}x_p \end{aligned} \right\} \cdots \cdots \cdots \text{①}$$

$z_1 \sim z_m$: m の主成分

$x_1 \sim x_p$: P の特性値

$w_{11} \sim w_{mp}$: m の主成分に対する $m \times p$ の特性値にかかる重み係数

この重み係数を求めるのが目的であるが、これはもとの特性値の分散、共分散行列(または相関行列)の固有値問題に帰する。そしてある主成分の固有値と行列の対角和との比を寄与率といい、その主成分で採り出された情報の割合を示す。また累積寄与率は、数 m の主成分の寄与率の合計である。

重み係数は、各固有値に対応する固有ベクトルであるが、これは比例関係しか定まらないので、ふつうその自乗和が1になるようにして求める。なおその自乗和が固有値に等しくなるようにして求めたのが因子負荷量であって、これはその主成分ともとの特性値との相関係数である。

3. 気候資料

気候資料は、気象官署の資料をもとに筆者が整理集計

したもので、統計年数などはまちまちであるが、相対値がわかればよいのであまり問題とはならない。しかし山地や山間部の資料が少ないのが欠点である。したがって、平坦部を主体とした気候区分となるので、山地は別途考慮するよりほかない。

気候区分を行うばあい、もっとも重要な気候要素は気温と降水である。しかしこれらも年平均とか合計では、一地方の気候区分にはあらずぎる。とくに東北分方では、冬期の降水は雪の形で降ることが多く、これが地上に積って暖候期の降水とは全く違った影響を与える。また気温も暖候期と冬期とでは、多少違った意味をもっており、湿度についても同じようなことがいえる。

結局、植物の分布や成長、人間生活に対する影響などを考慮しながら採りあげた気候要素は、つぎの11種類である(カッコ内は統計期間)。このほか風、日照、天気日数なども重要な要素であるが、これらの資料のえられる地点はわずかなので省いた。なお気温については、標高との関係が密であるので、すべて海面高度の値に換算して用いた(小島, 1971)。

- X_1 : 5~10月平均気温 (1931~60年)
- X_2 : 12~3月平均気温 (1931~60年)
- X_3 : 5~10月平均日較差 (1931~60年)
- X_4 : 12~3月平均日較差 (1931~60年)
- X_5 : 4~6月合計降水量 (1961~70年)
- X_6 : 7~9月合計降水量 (1961~70年)
- X_7 : 12~3年月平均日最小湿度 (1966~70年)
- X_8 : 4~6月平均日最小湿度 (1966~70年)
- X_9 : 7~9月平均日最小湿度 (1966~70年)
- X_{10} : 最深積雪 (1935~44年)
- X_{11} : 根雪期間 (1935~44年)

4. 主成分分析の結果および考察

Table. 1 は、気候要素間の相関行列を示したものである。これらのなかでとくに相関の高いのは、最深積雪と根雪期間、4~6月の湿度と7~9月の湿度で、つぎは5~10月平均気温と12~3月平均気温、4~6月の降水量と7~9月の降水量、12~3月の湿度と最深積雪および根雪期間である。このほか12~3月の気温と根雪期間、5~10月の日較差と4~6月および7~9月の湿度のように、負の相関の高いものもある。

この相関行列をもとに、主成分分析を行った結果が Table. 2 である。主成分は大きい方から4つ求めた。この第4主成分までの累積寄与率は0.80で、これだけで全情報の80%が説明できることを示している。

Table. 2 に示した最後の欄の因子負荷量の自乗和は、第4主成分までに採られた各要素の情報の割合に等しく、日較差を除いていずれも大きい値である。とくに気温、降水量、根雪期間および4~6月の湿度は、約90%の情報が採られたことを示している。

つぎに各主成分の特徴について述べる。

まず第1主成分は、その固有値が3.31で寄与率は30%にすぎず、これだけでは充分情報が採られていないことがわかる。因子負荷量のとくに大きいものは根雪期間と最深積雪で、ついで12~3月の湿度もかなり大きい値を示している。このほか12~3月の気温、7~9月の湿度、5~10月の日較差などからも情報が採られているが、5~10月の気温や4~6月の降水量からは、ほとんど情報が採られていないことがわかる。

以上のことから第1主成分は、主として冬の気候要素(とくに雪関係と湿度および気温)の情報を総合したものであるといえる。すなわちこの主成分のプラスの値の

Table. 1 Correlation matrix of climatic elements in Tohoku district.

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
X_1	1.000	*0.685	0.288	0.218	0.139	-0.026	0.095	-0.416	-0.363	0.101	-0.080
X_2		1.000	-0.193	0.322	0.305	-0.203	-0.393	-0.009	0.115	-0.283	*-0.553
X_3			1.000	0.168	-0.194	-0.018	0.157*	-0.573	*-0.559	0.223	0.273
X_4				1.000	0.075	-0.148	-0.153	-0.101	-0.063	-0.110	-0.218
X_5					1.000	*0.669	-0.024	0.220	0.218	0.007	-0.137
X_6						1.000	0.408	0.132	0.050	0.468	0.431
X_7							1.000	0.031	-0.134	*0.587	*0.644
X_8								1.000	*0.830	-0.133	-0.159
X_9									1.000	-0.223	-0.283
X_{10}										1.000	*0.855
X_{11}											1.000

*: The absolute value is specially large.

Table. 2 The result of principal component analysis.

	1st component		2nd component		3rd component		4th component		Sum of squar of factor loading	
	Factor loading	Coeffi- cient	Factor loading	Coeffi- cient	Factor loading	Coeffi- cient	Factor loading	Coeffi- cient	to 3rd compon.	to 4th compon.
X_1	0.049	0.027	*-0.646	-0.398	*0.596	0.434	0.314	0.328	0.775	0.874
X_2	*-0.580	-0.319	-0.407	-0.251	*0.580	0.422	0.281	0.293	0.838	0.917
X_3	*0.512	0.281	*-0.574	-0.353	-0.062	-0.045	-0.187	0.195	0.595	0.630
X_4	-0.212	-0.116	-0.396	-0.243	0.250	0.182	0.194	0.202	0.264	0.302
X_5	-0.142	-0.078	0.291	0.179	*0.817	0.594	-0.413	0.431	0.772	0.943
X_6	0.445	0.245	0.478	0.294	*0.618	0.450	-0.349	0.365	0.808	0.930
X_7	*0.716	0.393	0.263	0.162	0.150	0.109	0.359	0.375	0.604	0.733
X_8	-0.405	-0.222	*0.791	0.487	0.047	0.034	0.279	0.291	0.792	0.870
X_9	*-0.535	-0.294	*0.696	0.428	0.056	0.041	0.254	0.265	0.774	0.838
X_{10}	*0.815	0.448	0.168	0.104	0.231	0.168	0.280	0.292	0.746	0.824
X_{11}	*0.905	0.497	0.222	0.136	-0.016	-0.011	0.160	0.167	0.869	0.894
Eigenvalue	3.308		2.640		1.889		0.916			
Accumulated contributory rate	0.301		0.541		0.712		0.796			

*: The absolute value is specially large.

大きいところは、多雪、多湿、寒冷地帯に属するわけである。そしてもっとも大きい主成分として雪関係があらわれたことは、東北地方を大別するばあい、まず多雪の裏日本と少雪の表日本の全く相反した地帯に分けられることを示しており、興味のあることである。

第2主成分は、固有値が2.64と第1主成分の約60%の値であり、寄与率は24%ということになる。この主成分でとくに因子負荷量の大きい気候要素は、4～6月と7～9月の湿度であり、5～10月の気温と日較差がこれにつぐ。また7～9月の降水量からも、多少の情報が採られている。

これらのことから、第2主成分は主として暖候期の気候要素のうち、湿度と気温関係の情報を総合したものであるといえる。すなわちこの主成分の値の大きいところは、暖候期が低温で日較差が小さく、多湿であることを示す。そしてこの主成分は、大ざっぱにいて東北地方を北と南に分けるものである。

第3主成分は、固有値が1.89で第1主成分の57%と小さくなり、寄与率も17%にすぎない。しかし第3主成分までの累積寄与率は71%で、3つの主成分で全情報からこれだけの情報が採り出されたことになる。

第3主成分でとくに因子負荷量の大きいものは、4～6月の降水量で、ついで7～9月の降水量、5～10月と12～3月の気温である。このことからこの主成分は、主として暖候期の降水量と、年平均気温の情報が総合され

たもので、その値の大きいところは、暖候期とくに4～6月に降水量が多く、年平均気温も高いことを示す。

第4主成分は固有値が0.92と小さく、寄与率も8%にすぎない。そしてとくに因子負荷量の大きい気候要素もなく、4～6月と7～9月の降水量、12～3月の湿度などがやや大きい、大体平均して情報が採られている。

以上の各主成分は、各地点のスコアを算出して地図上にプロットしコンターで結べば、その分布状況を知ることができる。この分布図も、目的によっては単独に利用しえよう。Fig. 1 は第1主成分の分布を示したものである。ただしスコアは平均が0、分散が1になるよう標準化してある。

これをみると、プラスの値の大きいところは裏日本内陸部の雪の多い地帯であり、太平洋沿岸地方はマイナスの値の大きいことがわかる。ただ青森県は雪も多く気温も低いわりに値が大きくないが、これは暖候期の日較差が小さく、湿度も高いことと、夏の降水量が少ないといったスコアを小さくする要素が働いているためである。

第2主成分の分布は Fig. 2 に示すように、青森県の大半はプラスで値が大きく、とくに北東部は1.0（標準偏差）以上で下北、夏泊両半島は1.5を越す値を示す。また奥羽山脈中央部と、秋田・山形県境の山地もプラスの値が大きい。さらに日本海沿岸地方もやや大きい値を示す。

マイナスの値を示す地域は、宮城県、福島県、山形県

Fig. 1 Geographical distribution of first principal component scores.

南部と青森，秋田県境付近および北上山地で，とくに山形，米沢両盆地および福島県の大半は純対値が1.0以上であり1.5以上の地域も少くない。

第3主成分の分布は (Fig. 3)，大体において東北地方の北東部がマイナス，南西部がプラスであるが，山形県の内陸盆地はマイナスである。とくにマイナスで絶対値の大きい地域は，下北半島から岩手県の北東部の太平洋沿岸地方で，暖候期オホツク海気団の影響を受け，冷害の発生しやすい地帯とほぼ一致する。

第4主成分は，各地点のスコアをプロットしても全くランダムに散らばり，特定の分布を示さなかった。このことは，この主成分が局地的な気候要素の変動をあらわすもので，地帯区分にはほとんど関係のない成分であることを意味する。

Fig. 2 Geographical distribution of second principal component scores.

5. 気候区分

前項で述べたように，気候区分に必要な情報は，第3主成分までで充分えられたと判断される。ただしこれらの主成分で情報のえられなかった冬の日較差（天気とも関係が深い）は，別途考慮する必要がある。

さて，ある地点の3つの主成分のスコアは，3次元空間に散布する1つの点の座標と考えることができる。そして，ある範囲内にかたまて分布する各地点は，同じ気候型に属するものと判断してよい。

ところで，3次元の散布図を平面上に画くことは困難である。そこでまず第1，第2の2つの主成分に着目し，第3主成分についてはその符号だけを考えるとすれば，平面上にその散布図が画ける。実際には242地点全

Fig. 3 Geographical distribution of third principal component scores.

部の散布状況を、1枚の図上に画くと煩雑になるので、県別に画くとわかりやすい。一例として岩手県の散布図を Fig. 4 に示す。これをみると、近接した地点は大体かたまって散布していることがわかる。

つぎに、3つの主成分のスコアは平均が0となっているので、その正負だけに着目すれば、 $2^3=8$ の象限に区分される。しかし、同一象限に属する地点でも相互の距離が遠ければ、同じような気候条件とはいわれない。そこで、まず3次元空間における各地点の、重心(0点)からの距離 D を次式により求める。

$$D^2 = z_1^2 + z_2^2 + z_3^2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

z_1, z_2, z_3 : 各地点の3つの主成分のスコア

この D の値の大きさにより各象限を3つに分ければ、24群の気候型に分類されるが、実際には該当する地点が

Fig. 4 Dispersion of scores in Iwate prefecture.

なかったり1つぐらいのものもあるため、これらを除くと22群となる。なお D の値の小さい地点は、東北全体の平均的な気候型を示す群として独立させた方がよいが、このような地点は実際には少なく、また地理的にも散在しているため、1つの地域としてくることができなかった。

つぎに各群間の距離 D_{ij} (i 群と j 群の距離) を、次式により求める。

$$D_{ij} = (\bar{z}_{1i} - \bar{z}_{1j})^2 + (\bar{z}_{2i} - \bar{z}_{2j})^2 + (\bar{z}_{3i} - \bar{z}_{3j})^2 \dots\dots\dots (3)$$

$\bar{z}_{1i}$: i 群の第1主成分の平均スコア

$\bar{z}_{1j}$: j 群の第1主成分の平均スコア

以下これに準ずる。

このようにして D_{ij} を求めると、なかに群間の距離の近い組合せがある。このような群は一緒にしてもよいので、ひとつにくくり結局14群にへらした。Table. 3はこのばあいの各群の平均スコアと、群間の距離を示したものである。なお群名のローマ数字は第1, 第2の主成分の符号により、英字は第3主成分の符号により区別したもので、添字は細区分である。

つぎに、この14群をもとに区分を行うわけであるが、各地点のスコアの散布図を参照し、また群平均スコアとの距離をも考慮して、多少の通性をもたせて区分する。これはあまり機械的に行うと、不連続な地域に細かく区分されるからである。たとえば、岩手県の北上平野はI b, II b₁, III b₁, IV bと4つに分かれるが、Fig. 4に示すように、第1, 第2の主成分に関しては大体重心付近にかたまっており、相互の距離も近いのでI b型に統一した。

このようにして、14群の気候型から21の区分ができあ

Table. 3 Mean scores of groups and distance between each groups.

Scores		I a ₁	I a ₂	I b	II a ₁	II a ₂	II b ₁	II b ₂	III a ₁	III a ₂	III b ₁	III b ₂	IV a ₁	IV a ₂	IV b
	1st compon.	1.36	2.64	1.02	1.40	2.53	1.12	0.98	-1.05	-3.95	-1.05	-1.49	-1.30	-2.30	-1.31
	2nd compon.	0.96	1.92	1.06	-1.02	-2.26	-1.23	-2.04	1.13	0.68	0.94	2.56	-1.13	-2.09	-1.03
	3rd compon.	0.78	2.16	-0.86	0.66	1.25	-1.13	-2.12	0.73	1.28	-1.04	-1.54	0.83	1.58	-0.92
I a ₁		.....	2.12	1.68	1.98	3.45	2.91	4.19	2.41	5.34	3.01	4.00	3.37	4.83	3.73
I a ₂			.....	3.54	3.53	4.28	4.80	6.07	4.03	6.76	4.98	5.58	5.15	6.39	5.81
I b				.....	2.60	4.21	2.30	3.35	2.61	5.43	2.08	3.00	3.61	5.19	3.13
II a ₁					.....	1.78	1.82	2.99	3.26	5.65	3.56	5.09	2.70	3.96	3.13
II a ₂						.....	2.95	3.72	4.95	7.11	5.31	6.86	4.01	4.84	4.58
II b ₁							.....	1.30	3.70	5.93	3.07	4.61	3.11	4.45	2.45
II b ₂								.....	4.73	6.58	3.77	5.25	3.84	4.95	2.78
III a ₁									.....	2.99	1.79	2.72	2.27	3.56	2.73
III a ₂										.....	3.73	4.19	3.24	3.24	3.84
III b ₁											.....	1.75	2.80	4.20	1.99
III b ₂												.....	4.39	5.66	3.64
IV a ₁													.....	1.58	1.75
IV a ₂														.....	2.89
IV b															.....
No. of places		31	12	23	14	9	32	8	15	10	23	14	20	14	17

がる。なお、I a₂型は奥羽山地や出羽山地に散在するが、これはI a₁型に含めて区分した。Fig. 5はこの結果を示したものである。この21区分のなかには、当然同じ気候型のものがいくつかあるが、地理上の距離も遠く、今回採り入れなかった風、天気日数、日照時間などの要素と、3つの主成分に含まれていない冬の日較差などに違いがあるため、同一地域に属すとはいわれない。以下各地域の範囲と特徴を記す。

- (III b₂)—下北半島、夏泊半島先端部、津軽半島東岸の一部。冬期やや低温、やや少雪で日較差も小。暖候期はとくに低温で、湿度がきわめて高く日較差小。
- (I b)—青森平野、津軽半島の日本海側を除く大半および夏泊半島の大半。冬期多雪、低温、やや湿潤。暖候期は湿潤であるが、雨はやや少なく、とくに低温。
- (III b₁)—日本海沿岸の八郎潟より北部。冬期やや低温で少雪、風強く晴天少なし。暖候期もやや低温、湿潤であるが、雨はあまり多くはない。
- (III a₁)—日本海沿岸の八郎潟より南部。冬期温暖で少雪、風強く曇天多し。暖候期も温暖であるが、雨多く、湿潤。
- (I a₁ および I a₂)—青森、秋田両県の内陸部(一部の盆地を除く)、山形県内陸北部、岩手、宮城両

県の奥羽山地北部。冬期多雪、低温、湿潤。暖候期もやや低温で雨多く、湿潤。

- (II b₁)—津軽半島南部、花輪盆地。冬期多雪、低温、湿潤。暖候期は低温であるが雨少なく、日較差大。
- (I b)—秋田県日本海側南部の山間部。冬期やや多雪、やや湿潤。暖候期もやや雨多く、やや湿潤。
- (I b)—横手盆地。冬期多雪、やや低温で湿潤。暖候期は雨やや少なく、日較差大。
- (II a₂)—山形、福島両県の朝日、飯豊山地、越後山地北部。冬期きわめて多雪、湿潤であるが温暖。暖候期は温暖、多雨であるが、日較差はやや大。
- (II b₁)—山形盆地、米沢盆地、冬期やや多雪であるが中心部は少なく、温暖で湿度はやや高い。候期は温暖で雨少なく、湿度も低く日較差大。
- (II a₁)—山形、宮城両県の奥羽山地南部、朝日、飯豊山地東部、磐梯吾妻山地、会津盆地、猪苗代盆地、冬期多雪、湿潤であるが温暖。暖候期も温暖で日較差大、雨は多いがそれほど多湿ではない。
- (II b₁)—三本木平野西部および北上山地の大半と奥羽山地北部の一部。冬期それほど多雪ではないが、低温で湿度も低い。暖候期は雨少なく、湿度も低く日較差大。
- (II b₂)—岩手県北部の福岡、軽米、葛巻地方。上

Fig. 5 Climatic zonation's map of Tohoku district.

の12地域のなかで少雪で、とくに暖候期雨少なく、湿度の低い地帯。

- 14 (I b) — 北上川平野北部。冬期少雪で低温、湿度もやや低い。暖候期は湿潤であるが、雨はやや少なく、日較差大。
- 15 (III b1) — 北上川平野南部の西側。冬期少雪でやや低温、やや湿潤。暖候期は雨はそれほど多くはないが、湿度はやや高い。
- 16 (IV b) — 北上川平野南部の東側と、沿岸を除く石巻平野。冬期きわめて少雪でやや温暖、湿度は低い。暖候期は雨少なく、湿度もやや低い。
- 17 (IV a1) — 宮城県沿岸地方と山間部を除く中央部の南半分と、福島県中通り地方(盆地を除く)。冬期少雪、温暖で湿度はやや低い。暖候期も温暖で雨

少なく、湿度もやや低く、日較差大。

- 18 (IV a2) — 福島盆地、郡山盆地。暖候期とくに雨少なく、湿度が低いほか、17地域と同じ。
- 19 (III b1) — 下北半島頸部から釜石付近までの、太平洋沿岸地方。冬期少雪でやや低温、晴天多くとくに湿度が低い。暖候期はヤマセの影響を受け、とくに低温、多湿であるが、雨は少ない。
- 20 (III a1) — 釜石付近から松島付近までの太平洋沿岸地方。冬期はきわめて少雪でやや温暖、晴天多く湿度が低い。暖候期はやや低温で、雨はやや多く湿潤。
- 21 (III a2) — 松島付近から南の太平洋沿岸地方。冬期とくに温暖で雪はほとんど降らず、晴天多く湿度が低い。暖候期も温暖であるが、雨多く湿潤。

以上のうちⅢ型は、すべて沿岸地帯の気候をあらわしていることがわかる。

つぎに、これらの小区分をさらにいくつかずつまとめて単純化すると、Fig. 5 に示した太線のように、9つの地帯に区分される。このばあい、まえに述べたⅠ～Ⅳの大区分にこだわらず、ここで採りあげた以外の気候要素を加味し、気候の類似性と地域のつながりを考慮してくった。

その結果、東北地方は大体南北に走る4つの地帯に大区分され、これをさらに南北に2分することにより、8つの中地帯に区分されるが、まえの小区分で1地域と2地域は、特殊な気候型を示すのでこれを別にすると、結局9つの地帯に区分されることになる。なおこれらの地帯名は仮りにつけたもので、さらに検討を加えたい。

6. むすび

以上述べたように、東北地方の気候区分に必要な気候要素を、主成分分析によって3つの主成分に集約し、これらをもとにして、資料のえられなかった他の気候要素をも考慮し、21の小地域に区分した。またこれらの小区分をさらに統合し、9つの地帯にまとめた。

これは気候区分の一つの試みであり、今後さらに検討すべき点もあるが、一応農林業その他一般的な目的にも使用しうるものと思われる。

引用文献

- 1) 福井英一郎, 1957 a : 新資料による東亜のケッペン気候図, 地学雑, (65), 232—236.
- 2) ———, 1957 b : ケッペンの気候区分についての二・三の私見, 地理評, (30), 910—927.
- 3) ———, 1957 c : 日本におけるソーンズウェイト

- の新気候区分, 東教大地理学研報, (1), 103—112.
- 4) ———, 1958: アジアにおけるソーンズウェイトの新気候区分, 東教大地理学研報, (2), 47—64.
- 5) 吉良竜夫, 1945: 農業地理学の基礎としての東亜の新気候区分, 京大農学部園芸学研究室, 1—23.
- 6) 小島忠三郎, 1971: 東北地方における任意地点の平均気温の推定と温量指数および積算寒度, 森林立地, (12), 2, 16—24.
- 7) 関口 武, 1949: 日本におけるケッペンの気候図, 社会地理, (15), 12—16.
- 8) ———, 1959: 日本の気候区分, 東教大地理学研報, (3), 65—78.
- 9) 鈴木秀夫, 1962: 日本の気候区分, 地理評, (35), 205—211.

Summary

Detailed Climatic Classification of Tohoku district is obtained by principal component analysis using climatic elements at 242 places.

Climatic elements are 11 as follow (numbers in parentheses are years of observation);

X_1 : Monthly mean temperature at sea level, during May—Oct. (1931—60).

X_2 : Monthly mean temperature at sea level, during Dec.—Mar. (1931—60).

X_3 : Monthly mean diurnal range of temperature, during May—Oct. (1931—60).

X_4 : Monthly mean diurnal range of temperature, during Dec.—Mar. (1931—60).

X_5 : Total precipitation, during Apr.—June (1961—70).

X_6 : Total precipitation, during July—Sep. (1961—70).

X_7 : Monthly mean of daily minimum humidity, during Dec.—Mar. (1966—70).

X_8 : Monthly mean of daily minimum humidity, during Apr.—June (1966—70).

X_9 : Monthly mean of daily minimum humidity, during July—Sep. (1966—70).

X_{10} : Maximum depth of snow cover (1935—44).

X_{11} : Duration of continuous snow cover (1935—44).

Highly significant correlation is found between maximum depth of snow cover and duration of continuous snow cover, and is found between spring humidity and summer humidity. Also, high significant correlation is found between temperature of warm season and winter temperature, is found between spring precipitation and summer precipitation, and is found between winter humidity and duration of continuous snow cover (shown in Table. 1).

4 principal components are obtained in greater order (shown in Table. 2). But the contributory rate of the forth principal component is small and geographical distribution of scores are random, so this component is of no use for the classification.

The first principal component is put together chiefly in information of climatic elements of winter, snow cover, humidity and temperature. And this geographical distribution is shown in Fig. 1.

The second principal component is put together chiefly in information of humidity and temperature of warm season, and this geographical distribution is shown in Fig. 2.

The third principal component is put together chiefly in information of precipitation of warm season and annual temperature, and this geographical distribution is shown in Fig. 3.

Further, accumulated contributory rate of these three components is 71 percent.

Three-dimensional space, which is made from those components meeting at right angles, is divided in 14 groups (namely 14 climatic types), and mean scores of groups and distance of each group are shown in Table. 3. Roman numerals of group names are distinguished by score's sign of the first and second principal components. English characters are distinguished by score's sign of the third principal component, and subscript numbers are small classifications.

Those climatic types are plotted on the map of Tohoku district, and the map is divided into 21 small climatic areas. Also, 21 areas are united 9 zones (shown in Fig. 5).