

氣候要素의 主成分分析에 의한 韓國의 氣候區分

朴 鉉 旭*

◀目	次▶
1. 序 論	2. 主成分分析의 結果 및 考察
(1) 研究目的	3. 氣候區分
(2) 研究方法과 資料	4. 結 論

1. 序 論

(1) 研究目的

氣候特性의 空間的 變이에 기초하여 설정된 地域 즉 氣候地域은 가장 기본적인 自然地域으로서 여러 學問分野에서 重視되고 있다. 특히 地理學에서는 氣候特性의 空間적 크기, 空間的 秩序의 파악을 위한 중요한 근거로서 氣候地域은 自然地理學에서 基本사항이 되고 있다.¹⁾ 氣候特性의 類型化 즉 氣候分類 또는 氣候特性의 分布의 特定에 관하여는 지금까지 수많은 研究

報告가 있다.²⁾ 그것은 氣候資料의 集積과 그 위에 선 氣候學의 진보에 따르나 氣候를 어떻게 해석하며 어디에 重點을 두는가에 크게 관계된다.

氣候區分에는, 地球上의 어느 장소에 있어서의 氣候를 大氣의 정상적인 總合狀態이며 1년을 週期로 되풀이하여 變遷하는 確率이 가장 큰 狀態³⁾라고 보고 ① 平均値를 중심으로한 靜氣候學的 입장에서 植生・降雨樣式⁴⁾ 등을 主眼點으로 구분하는 方式, ② 氣候現象의 發生原因 즉 大氣大循環에 기초를 두는 發生學的・成因的 입장에서 氣團⁵⁾이나 前線⁶⁾ 風系⁷⁾ 등을 고려하는 區

* 全南大 大學院 博士課程

1) 矢澤大二, 1980, “氣候地域의 設定—その思潮と問題”, 地理學評論, 53-6, pp. 357.

2) Blüthgen, J., 1966, *Allgemeine Klimageographie*. 2. Aufl., 720S.

Knoch, k. und Schulze, A., 1954, *Methoden der Klimaklassifikation*. Pet. Geogr. Mitt. Ergz.-Ht. 249, 2. Aufl., 78S.

3) 福井英一郎, 1962, “氣候의 意義와 氣候學의 分野”, 地學雜誌, 730號, p. 32.

4) Geiger, R. und Pohl, W., 1954, “Eine neue Wandkarte der Klimagebiete der Erde nach W. Köppens Klassifikation,” Erdkd., 8, 58-61.

James, P.E., 1936, “On climatic classification,” Bull. Amer. Meteor. Soc., 17, 366-367.

Köppen, W., 1931, *Grundriss der Klimakunde*, 384S. (2. Aufl. d. Klimate der Erde. 1923, 369S.).

Lang, R., 1915, “Versuch einer exakten Klassifikation der Böden in Klimatischer and geologischer Hinsicht,” Intern. Mitt. Bodenkd., 5, 312-346.

Martonne, Emm. de, 1926, “Extension des régions privées d'écoulement vers l'océan,” Compte Rendu (Publie parle) Congres Intern. Geogr. Le Cairo 1925, 3, 25-50.

Penck, A., 1910, “Versuch einer Klimaklassifikation auf physiogeographische Grundlage,” Sitz-Ber. Königl. Preuß. Akad. Wiss., Jg. 1910, 236-246.

Rumey, G.R., 1968, *Climatology and the world's climate*, 656p.

Thorntwaite, C.W., 1948, “An approach toward a rational classification of climate,” Geogr. Rev., 38, 55-94.

Wang, T., 1941, “Die Dauer der ariden, humiden und nivalen Zeiten des Jahres in China,” Tubinger Geogr. Geol. Abh, Reihe II, 7, 1-31.

5) Alissow, B.P., 1954, *Die Klimate der Erde*, 227S.

分方式 ③ 生態學的, 生理氣候學的 立場에서 인 간의 居住條件⁸⁾, 快適感⁹⁾ 등을 중점으로 삼은 구분방식이 있다.

氣候區分은 일반적으로 氣候에 의해 생기는 결과, 예를 들면 植生分布, 景觀, 人間生活에 미치는 영향을 고려하여 구분한 것이 많다. 그 중에서도 유명한 것은 Köppen類와 Thornthwaite¹⁰⁾ 類의 氣候區分이다. 이들 모두는 氣溫과 降水量의 2요소를 기초로 適當한 指數(乾燥指數, P-E 指數, 乾濕指數), 係數(濕潤係數, 乾燥係數) 또는 限界值(乾燥限界) 등을 구해 이것들을 指標로 구분하고 있다. 그러나 이들은 넓은 지역을 대상으로 한 구분으로서 南韓은 대개 3~4개의

지역으로 구분된다.

本 研究는 多變量解析의 하나인 主成分分析法을 南韓의 70개 地點의 氣候資料에 적용해 상세한 氣候區分을 試圖한 것이다. 이 方法은 개개 氣候要素의 特性을 이용하여 地域區分을 試圖하는 것으로 純氣候學的인 氣候要素만에 의한 區分法이며¹¹⁾ 위에 敘述한 氣候現象의 結果에 기초한 經驗的인 區分法과는 區別되나 人間生活, 農林業, 其他產業 等과도 밀접한 관계가 있어 應用氣候學的으로도 意義가 있다.

(2) 研究方法과 資料

主成分分析은 多數 지점의 관측치가 相互關

Bergeron, T., 1930, "Richtlinien einer dynamischen Klimatogie," Meteor. Zeits., 47, 246-262.

Brunschweiler, D.H., 1957, "Die Luftmassen der Nordhemisphäre Versuch einer genetischen Klimaklassifikation auf aerosomatische Grundlage," Geogr. Helv., 12, 164-195.

Dammann, W., 1952, "Klimatologie der Tiefdruckgebiete und Fronten," Ann. Meteor., 5, 359-402.

Retterssen, S., 1940, *Weather analysis and forecasting*, 503p.

Gersmehl, Ph. J. and Kammrath, W.K., 1979, "What? Another climatic map?," Jour. Geogr., 78, 212-217.

6) Bahrenberg, G., 1973, *Auftreten und Zugrichtung von Tiefdruckgebieten in Mitteleuropa*, Westf. Geogr. stud., 26, 125S.

Dunwoody, H.H.C., 1899, "Annual storm tracks and frequency," Buchan, Bartholomew's physical Atlas. Vol. 3, 34pls.

Oliver, J., 1970, "A genetic approach to climatic classification," Ann. Ass. Amer. Geogr., 60, 615-637.

Suzuki, H., 1962, "Klassifikation der Klimate von Japan in der Gegenwart und der letzten Eiszeit," Jap. Jour. Geol. Geogr., 33, 221-234.

7) Flohn, H., 1950, "Neue Anschauungen über die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre und ihre Klimatische Bedeutung," Erdkd., 4, 141-162.

Hendl, M., 1960, "Entwurf einer genetischen Klimaklassifikation," Zeits. Meteor., 14, 46-50.

Hettner, A., 1911, "Die Klimate der Erde," Geogr. Zeits., 13, 425-435, 481-503, 545-565, 618-633, 675-685.

Kupfer, E., 1954, "Entwurf einer Klimatkarte auf genetischer Grundlage," Zeits. Erdkundeunerr., 6, 5-13.

8) Havlik, D., 1976, *Untersuchungen Zur Schwühle im kontinentalen Tiefland der Vereinigten Staaten von Amerika*, Freiburger Geogr., Hefte, 15, 120S.

Manig, M., 1960, "Über eine auf der Belastung des Menschen beruhende Klimaeinteilung," Meteor. Runds., 13, 153-156.

Markham, S.F., 1947, *Climate and the energy of nations*. 240p.

9) E.C. Donnelly, "Human Comfort as a Basis for classifying Weather," Mon. Wea. Rev., Vol. 53, 1925, pp. 425-26.

Howe, G. Melvyn, "Windchill, Absolute Humidity and Cold Spell of Christmas 1961," Weather, Vol. 17, 1962, pp. 349-58.

W.H. Ter jung, *Distribution of Bioclimatic Comfort Region in the United States*, Unpublished M.A. thesis, Long Beach State College, 1962.

10) Bailey, H.P., 1962, "Some remarks on Köppen's definition of climatic types and their mapped presentation," Geogr. Rev., 52, 444-447.

Henning, I., u. Henning, D., 1977, *Klimatologische Wasserbilanz, von Nordamerika*, Arch. Meteor. Geophys. Biokl., B25, 51-66.

11) 小島忠三郎, 1973, "主成分分析による東北地方の詳細な 氣候區分", 農業氣象, 第29卷, 第3號, pp. 165.

聯을 가지면서 변동하고 있는 경우에 이들을 無相關한(直交하는) 變動成分(主成分)으로 要約하는 것이기 때문에 地點間的 相關行列에 기초하여 各 主成分値 및 係數가 산출된다.¹²⁾ 이 경우 소수의 主成分으로 要約되면 直觀的인 判斷이 가능한데 情報의 손실이 될 수 있는 한 적은 편이 바람직하나 70~80%의 情報가 몇개의 成分으로 설명된다면 일단의 목적은 이룰 수 있다. 그리고 이것들의 主成分을 이용하여 分類를 행할 수 있다.¹³⁾ 主成分分析의 具體的 手順 및 氣候學에의 應用例 等에 관하여는 이전에 보고된 바 있다.¹⁴⁾

氣候區分을 행하는 경우 가장 중요한 氣候要素는 氣溫과 降水이다. 그러나 이것들의 年平均 혹은 合計를 이용하여 한 지방의 氣候區分을 하기에는 지나치게 조잡하다. 특히 冬期の 降水는 雪의 型으로 내리는 일이 많고 이것이 地上에 쌓여 暖候期의 降水와는 완전히 다른 영향을 준다. 또 氣溫도 暖候期과 冬期에는 다소 다른 의미를 갖고 있으며 濕度에 관하여도 마찬가지이다.

결국 本 研究에 이용된 資料는, 氣候의 모든 스케일의 現象이 熱收支에 관계되고¹⁵⁾ 氣候가 濕하다든가 혹은 乾燥, 그리고 溫暖寒冷하다든가 季節의으로 그 變化가 어떠한가를 아는 것이 필요하므로, 植物의 分布, 成長, 人間生活에 미치는 영향을 고려하여 채택한 南韓의 70개 地點(地方氣象臺 4지점, 測候所 23지점, 分室 43지점)의 10개 氣候要素이다. 그의 바람, 日照, 天氣口數, 蒸發量 등도 중요한 요소이나 이들 資料를 얻을 수 있는 地點이 적어 생략했다.

研究에 이용된 氣候要素의 統計年數는 1954~1986년의 것을 이용했기 때문에 대부분의 측후

소는 30年내의, 분실은 15年 정도로 지점에 따라 제각기 다르나 相對値가 구별되면 좋기 때문에 그다지 문제가 안된다. 그러나 山地나 山間部의 資料가 적기 때문에 缺點이 있다. 따라서 平坦部를 주체로 한 氣候區分이기 때문에 산지는 별도로 고려할 수 밖에 없다.

本 研究에 이용된 氣候要素들은 다음 10개이다.

- X₁ ; 1月平均氣溫
- X₂ ; 7月平均氣溫
- X₃ ; 1月平均日較差
- X₄ ; 7月平均日較差
- X₅ ; 1月降水量
- X₆ ; 7月降水量
- X₇ ; 1月相對濕度
- X₈ ; 7月相對濕度
- X₉ ; 降水日
- X₁₀ ; 新積雪

2. 主成分分析의 結果 및 考察

氣候要素間的 相關行列에서 相關이 높은 것은 1月平均日較差와 7月平均日較差, 降水日과 新積雪, 1月相對濕도와 降水日이다(Table 1). 陰의 相關이 높은 것으로는 7月平均日較差와 7月相對濕度, 1月平均氣溫과 7月平均日較差, 1月平均氣溫과 1月平均日較差, 1月平均日較差와 7月相對濕度이다. 이 相關行列을 기초로 한 主成分分析 결과 4개 主成分의 累積寄與率은 87.5%이며 이것만으로 全情報의 87.5%가 說明된다(Table 2). 因子負荷量의 自乘合은 第3主成分까지 채택한 各要素의 情報의 比率과 같이 7月降水量, 7月相對濕度を 제외하면 모두 크다. 특히 新積雪·1

12) 三上岳彦, 1978, “北半球における 氣候變動の 地域差に關する 動氣候學的 研究”, 地理學評論, 51, pp. 39.
 奥野忠一 外, 1984, 多變量解析法, pp. 159-165.
 13) 吉野正敏, 1986, 小氣候, p. 294.
 小島忠三郎, 1973, *ibid.*
 14) 朴鉉旭, 1986, “南韓의 降水量 年變化類型과 降水地域”, 地理學, 第33號, pp. 26-36.
 三上岳彦, 1975, “主成分分析による 日本の 夏季氣溫分布型의 出現とその 動氣候學的 考察”, 地理學評論, 48, pp. 784-786.
 野本眞一, 千葉 長·矢島榮三, 1983, “氣候要素の 地域區分への 主成分分析法應用(降水量によるわが國の 地域區分)”, 天氣, 30, pp. 385-388.
 奥野忠一 外, 1984, *op. cit.*
 15) 新井 正, 1984, “地理學における 熱收支 研究”, 地理學評論, 57-9, pp. 601-602.

Table 1. Correlation matrix of climatic elements in South Korea.

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
X ₁	1.000	0.331	-0.670	-0.675	0.425	-0.292	-0.264	0.454	-0.014	-0.362
X ₂		1.000	-0.045	0.098	-0.254	0.119	0.215	-0.187	-0.032	-0.270
X ₃			1.000	0.842	-0.591	0.184	0.144	-0.634	-0.390	-0.152
X ₄				1.000	-0.549	0.098	0.288	-0.707	-0.209	-0.010
X ₅					1.000	-0.423	-0.064	0.439	0.453	0.373
X ₆						1.000	0.329	-0.011	0.209	0.057
X ₇							1.000	0.124	0.599	0.651
X ₈								1.000	0.387	0.228
X ₉									1.000	0.742
X ₁₀										1.000

(X₁: 1월평균기온, X₂: 7월평균기온, X₃: 1월평균일교차, X₄: 7월평균일교차, X₅: 1월강수량, X₆: 7월강수량, X₇: 1월상대습도, X₈: 7월상대습도, X₉: 강수일, X₁₀: 신적설)

Table 2. The result of principle component analysis.

	1st component		2nd component		3rd component		4th component		Sum of square of factor loading	
	Factor loading	Coefficient	Factor loading	Coefficient	Factor loading	Coefficient	Factor loading	Coefficient	to 3rd compon.	to 4th compon.
X ₁	0.683	0.270	-0.527	-0.145	0.365	0.209	0.124	0.164	0.878	0.893
X ₂	-0.109	0.101	-0.148	-0.024	0.847	0.574	0.272	-0.024	0.751	0.825
X ₃	-0.907	-0.264	0.111	-0.013	-0.145	-0.046	-0.037	0.009	0.856	0.857
X ₄	-0.878	-0.258	0.224	0.033	-0.089	-0.011	0.217	0.102	0.829	0.876
X ₅	0.786	0.148	0.085	0.058	-0.353	0.282	0.310	0.305	0.750	0.846
X ₆	0.261	-0.028	0.391	0.155	0.507	0.351	-0.685	-0.583	0.478	0.947
X ₇	-0.039	-0.028	0.838	0.327	0.349	0.229	0.115	-0.010	0.825	0.838
X ₈	0.788	0.205	0.122	0.091	0.080	0.007	-0.266	-0.012	0.642	0.723
X ₉	0.488	0.082	0.773	0.321	0.117	0.044	0.064	0.019	0.849	0.853
X ₁₀	0.269	-0.032	0.878	0.333	-0.236	-0.181	0.167	0.016	0.899	0.927
Eigenvalue	3.692		2.608		1.459		0.985		—	
Accumulated contributory rate	0.369		0.630		0.776		0.874		—	

(X₁: 1월평균기온, X₂: 7월평균기온, X₃: 1월평균일교차, X₄: 7월평균일교차, X₅: 1월강수량, X₆: 7월강수량, X₇: 1월상대습도, X₈: 7월상대습도, X₉: 강수일, X₁₀: 신적설)

月平均氣溫·1月平均日較差 등은 약 85% 以上の 情報가 採擇되고 있다.

各主成分의 특징을 분석하면 第1主成分은 그 固有值가 3.692로서 寄與率이 36.9%에 지나지 않아 充分한 情報가 採擇된다고 볼 수 없다. 그 중 因子負荷量이 특히 큰 것은 1月平均日較差와 7月平均日較差, 1月平均氣溫이며 이어서 7月相對濕度, 1月降水量도 꽤 큰 값을 나타내고 있다. 이외에 7月降水量, 降水日 등에서도 情報가 採擇되고 있으나 新積雪, 7月平均氣溫에서는 거

의 情報가 採擇되지 않고 있다. 以上에서 第1主成分은 主로 氣候要素中 1月の 氣溫, 氣溫較差, 降水量과 7月の 日較差, 相對濕度の 情報를 綜合한 것이라고 말할 수 있다. 즉, 이 主成分의 陽의 값이 큰 곳은 冬季에 온난하며 氣溫의 日較差가 크지 않고 降水量이 많은 地帶이다. 또한 여름에도 氣溫의 日較差가 크지 않으며 相對濕度가 높은 地帶이다. 가장 큰 主成分으로서 氣溫關係가 表現된 것은 南韓을 大別하는 경우 이 主成分의 陽의 값이 큰 곳으로서 氣溫의 日

較差가 작고 특히 冬季의 氣溫이 높은 南海岸 및 東海岸地域, 主成分의 陰의 값이 큰 곳으로서 氣溫의 日較差가 크고 冬季氣溫이 낮은 太白, 小白山脈以西의 內陸山間地域으로 나누어져 흥미있다.

第2主成分은 固有值가 2.608로 第1主成分의 약 73%의 값이며 寄與率은 26.1%이다. 이 主成分에서 특히 因子負荷量이 큰 氣候要素는 新積雪, 降水日, 1月相對濕度이며 또 7月降水量, 1月平均氣溫에서도 多少의 情報가 얻어진다. 第2主成分은 主로 氣候要素 중 降水와 濕度關係의 情報를 綜合한 것이라 말할 수 있다. 즉, 이 主成分의 陽의 값이 큰 곳은 冬季에 濕도가 높고 降水現象이 빈번한, 특히 降雪이 많은 地域이다. 이 主成分은 대략 太白, 小白山脈을 境界로 그 以西는 陽의 값이 크고 以東 및 以南은 陰의 값이 큰 것으로 구별된다.

第3主成分은 固有值가 1.459로 第1主成分의 약 40%로 적으며 寄與率은 14.6%에 불과하다. 第3主成分까지의 累積寄與率은 77.6%로서 이 3개의 主成分이 全情報의 77.6%를 說明하고 있다. 第3主成分에서 특히 因子負荷量이 큰 것은 7月平均氣溫이며 다음이 7月降水量이다. 이 사실에서 이 主成分은 暖候期의 氣溫과 降水量의 情報가 綜合된 것이기 때문에 이 값이 큰 곳은 여름, 특히 7월에 氣溫이 높고 降水量도 많음을 나타낸다. 主로 高興, 南海중심의 南海岸地域과 全州, 晉州, 光州를 중심으로서 南部內陸地域, 서울, 水原, 大田 중심의 中部內陸地域에서 陽의 값이 相對的으로 크다. 이 主成分의 陰의 값이 큰 곳은 7월에 氣溫이 낮고 降水量도 적으며 主로 大關嶺以東의 東海岸地域과 江華島를 中心으로서 西海岸地域에 해당한다.

第4主成分은 固有值가 0.985로 적으며 寄與率은 9.9%에 불과하다. 因子負荷量이 비교적 큰 氣候要素는 7月降水量이며 다음이 1月降水量이다. 그외는 平均하여 情報가 거의 채택되지 않고 있다.

이상의 各 主成分은 산출된 各 지점의 스코어를 기초로 地圖上에 기입하면 그 分布狀況을 알

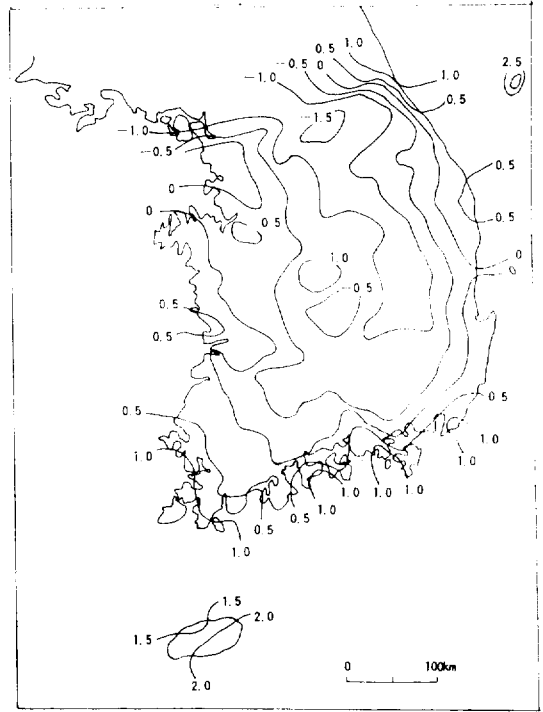


Fig. 1. Geographical distribution of first principal component scores.

수 있다. 第1主成分의 分布를 보면 陽의 값이 큰 곳은 울릉도, 濟州島와 남해안지역, 東草를 중심으로한 東海岸地域으로 1月은 비교적 온화하며(평균 $6.0 \sim -0.4^{\circ}\text{C}$) 기온의 日較差가 낮고(평균 $5.1 \sim 8.0^{\circ}\text{C}$) 降水量이 비교적 많은(평균 $152.6 \sim 26.9\text{mm}$) 지역이다(Fig. 1).¹⁶⁾ 楊平, 洪川, 堤川, 忠州, 報恩을 중심으로한 太白, 小白山脈以西의 內陸山間地域과 義城, 榮州를 중심으로한 嶺南內陸地域은 陰의 값이 큰 지역으로 특히 1月은 기온이 낮고(평균 $-5.9 \sim -3.5^{\circ}\text{C}$) 日較差가 크며(평균 $13.4 \sim 11.6^{\circ}\text{C}$) 강수량이 적은(평균 $16.3 \sim 23.6\text{mm}$) 지역이다. 7월에도 日較差가 크다(평균 $9.9 \sim 9.1^{\circ}\text{C}$).

第2主成分의 分布는 陽의 값이 큰 곳은 울릉도와 洪川·原城을 중심으로한 太白山脈以西地域, 任實·井州·大田을 중심으로한 小白山脈以西地域, 瑞山·牙山을 중심으로한 忠清西部地域으로 新積雪(평균 59~20일), 降水日(평균 91~80

16) 崔珍植, 1985, "東海와 그 沿岸 大雪의 氣候學的 研究." 地理學, 第31號, pp. 68-84.

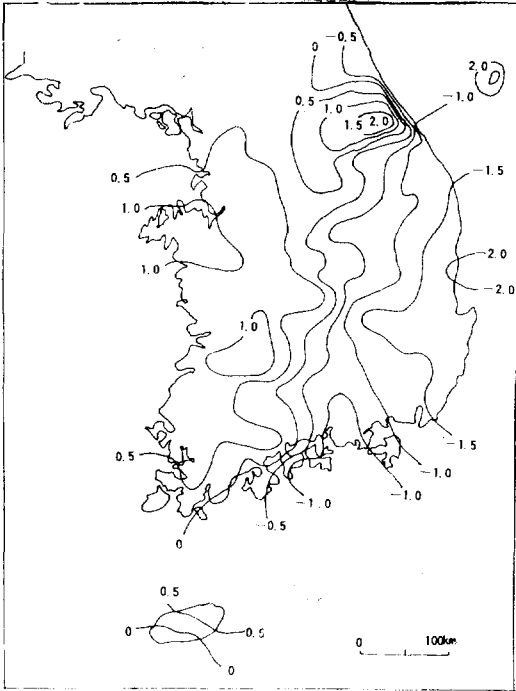


Fig. 2. Geographical distribution of second principal component scores.

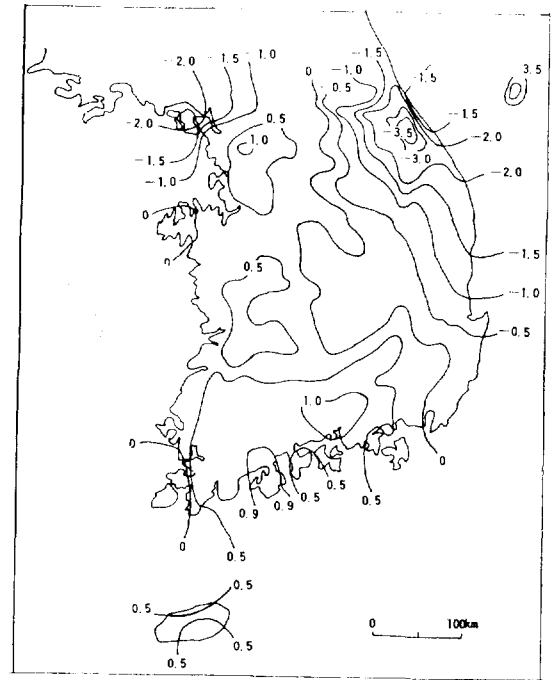


Fig. 3. Geographical distribution of third principal component scores.

일)이 많고 1월 相對濕度가 높은(평균 72~75%) 지역이다. 특히 冬季에 地形的原因으로 降雪이 많은 지역이다(Fig. 2).¹⁷⁾ 1월 平均氣溫도 비교적 낮은 지역이다. 陰의 값이 큰 지역은 盈德·浦項·蔚山·三陟·釜山을 중심으로한 동해안 지역과 大邱·密陽·永川·晉州를 중심으로한 嶺南南部地域으로 1월에 相對濕度가 낮고(평균 52~60%) 降水日이 적으며(평균 66~49일) 특히 新積雪이 적은(평균 2~6일) 지역이다. 또한 이 지역은 1월의 平均氣溫이 비교적 높은 지역이다.

第3主成分의 分布는 대체로 晉州·高興·光州·南海·山淸을 중심으로 한 南部內陸 및 南海岸地域과 全州·扶餘·儒城을 중심으로한 지역, 서울·水原·楊平을 중심으로한 지역에서 陽의 값이 큰데, 이것은 이 지역이 7월 平均 기온이 높고(평균 25.8~24.8°C) 7월의 降水量이(평균 383.1~253.6mm) 많음을 나타내준다(Fig. 3). 陰의 값이 큰 곳은 울릉도와 大關嶺·三陟·東

草·盈德을 중심으로한 太白山脈以東의 동해안 지방, 江華島를 중심으로한 지역이며 바다와 地形的原因으로 7월 平均氣溫(평균 19.5~24.0)이 낮고 7월 降水量이(평균 137.7~226.2) 적은 지역이다.

第4主成分은 陽의 값이 크면 7월 降水量이 적음을 뜻하는데 각 지점의 제4주성분 스코아를 地圖上에 기입하여도 상당히 랜덤으로 分布하여 特定의 分布를 나타내지 않는다. 이는 이 主成分이 局地的인 氣候要素의 變動을 표시한 것이기 때문에 地帶區分에는 거의 關係가 없는 成分임을 의미한다.

3. 氣候區分

기후구분에 필요한 情報은 第3主成分까지 충분하다고 판단된다. 다만 이들 주성분에서 정보가 충분히 채택되지 않았던 年變動이 심한 7월

17) 金成烈·文勝義, 1980, "冬季前線通過에 따른 南韓의 降水分布特性", 한국기상학회지, 제16권, 제2호, pp. 4-11.

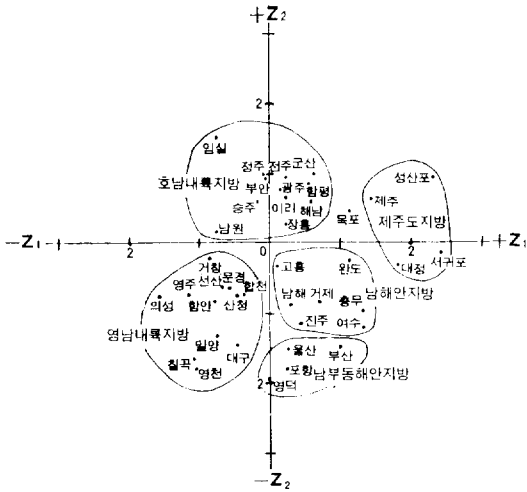


Fig. 4. Dispersion of scores in Honam and Yeongnam area.

강수량은 第4主成分에서 보다 많은 정보가 채택되고 있으므로 별도로 고려할 필요가 있다. 어느 地點의 3개의 主成分스코아는 3차원 공간에 散布하는 1개의 점의 좌표라고 생각할 수가 있다. 그리고 어느 범위내에 덩어리져 분포하는 각 지점은 똑같은 氣候型에 속하는 것이라고 판단하여도 좋다.¹⁸⁾ 3次元 散布圖를 평면상에 그리는 일은 곤란하므로 우선 제 1, 제 2의 2개의 주성분에 주목하고 제 3 주성분에 관하여는 그 부호만을 생각한다면 平面上에 그 散布圖가 그려진다. 실제로는 70개 地點 전부의 散布狀況을 1장의 圖上에 그리면 번잡하게 되기 때문에 지

방별로 그리면 알기 쉽다. 일례로 南部地方 散布圖를 Fig. 4에 나타냈다. 이것을 보면 近接했던 地點은 덩어리져 散布한다.

主成分 3개의 스코아는 평균이 0으로 되어 있기 때문에 그 陰陽만을 주목한다면 $2^3=8$ 의 象限으로 구분된다. 그러나 同一象限에 속하는 地點에서도 서로의 거리가 멀다면 똑같은 氣候條件이라 할 수 없다.¹⁹⁾ 그러므로 우선 3차원 공간에서 各地點의 중심(0점)으로 부터의 거리 D 를 다음에 따라 구한다.

$$D^2 = Z_1^2 + Z_2^2 + Z_3^2 \dots\dots\dots(1)$$

Z_1, Z_2, Z_3 : 각 지점의 3개의 주성분 스코아 D 의 값의 크기에 따라 各 象限을 3개로 나누면 24個群의 氣候型으로 분류되나 실제에는 해당하는 지점이 없기도 하여 이것을 제외하면 21群으로 된다(Fig. 5). 역시 D 의 값이 작은 지점은 南韓 전체의 平均의인 氣候型을 나타내는 群으로서 독립시키는 편이 좋으나 이 같은 지점은 실제로 적고 또 地理的으로도 散在하여 있기 때문에 1개의 지역으로 묶을 수는 없다.

各 群間의 거리 D_{ij} (i 군과 j 군의 거리)를 다음식에 따라 구한다.

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

\bar{x}_{1i} : i 군의 제 1 주성분의 평균스코아

\bar{x}_{1j} : j 군의 제 1 주성분의 평균스코아

이하 이것에 準한다.

群間의 거리가 가까운 群은 함께 하여도 좋기 때문에 하나로 묶어 결국 14群으로 줄였다.

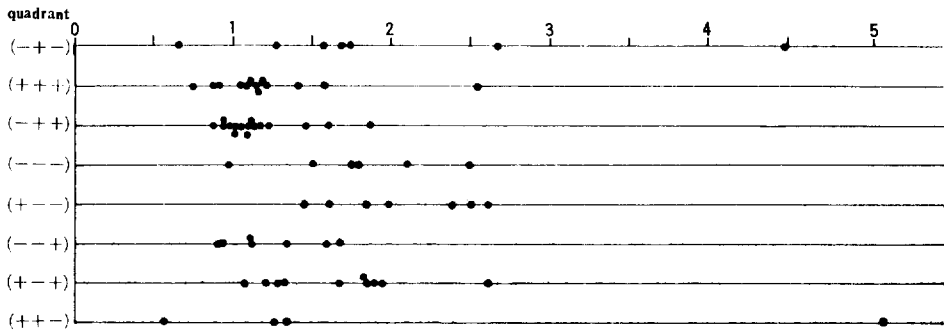


Fig. 5. The distance of each coordinate on each quadrant from the origin of the coordinate axes

18) 小島忠三郎, *op. cit.*, pp.168.

奥野忠一 外, 1954, *op. cit.*

19) 小島忠三郎, *op. cit.*, pp.169.

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

		I a ₁	I a ₂	I b ₁	I b ₂	II a ₁	II a ₂	II b ₁	II b ₂	III a	III b ₁	III b ₂	IV a	IV b ₁	IV b ₂
scores	1st compon.	0.32	1.90	0.68	2.52	0.91	2.17	0.53	0.73	-0.69	-0.93	-1.15	-0.62	-1.11	-0.02
	2nd compon.	0.73	0.78	0.68	2.21	-0.74	-0.24	-1.44	-1.29	0.66	0.72	1.02	-0.89	-1.16	-2.04
	3rd compon.	0.64	0.44	-0.08	-3.85	0.61	0.54	-0.56	-1.93	0.42	-0.49	-3.09	0.45	-0.31	-1.43
	I a ₁		1.59	0.81	4.49	1.58	2.09	2.49	3.29	1.04	1.66	4.02	1.93	2.55	3.57
	I a ₂			1.33	4.56	1.82	1.22	2.79	3.36	2.59	2.98	4.67	3.02	3.66	3.89
	I b ₁				2.58	1.59	1.86	2.18	2.70	1.45	1.66	3.68	2.10	2.58	2.07
	I b ₂					5.58	5.04	5.30	4.37	5.56	5.04	3.93	6.16	6.07	5.51
	II a ₁						1.35	1.41	2.60	2.13	2.59	4.58	1.54	1.74	2.58
	II a ₂							2.31	3.04	3.00	3.40	5.68	2.86	3.51	3.45
	II b ₁								1.39	2.61	2.60	3.90	1.62	1.68	1.19
	II b ₂									3.36	2.97	3.19	2.08	2.45	1.17
	III a										0.94	3.55	1.55	2.00	3.34
	III b ₁											1.01	1.88	1.89	3.05
	III b ₂												4.05	3.53	3.66
	IV a													0.94	2.28
	IV b ₁														1.79
	IV b ₂														
No. of places		11	2	3	1	8	2	4	3	16	5	2	7	5	1

Table 3은 이 경우의 各群 스코아와 群間의 거리를 나타낸 것이다. 역시 群名의 로마자와 英字는 각각 제 1·제 2 主成分의 부호와 제 3 主成分의 부호에 따라 구별한 것이며 添字는 細區分이다. 이 14群을 기초로 구분함이 당연하나 각 지점의 스코아의 散布圖를 참조하고 또 群平均 스코아의 거리도 고려하여 다소 融通성을 주어 구분한다. 이것을 너무 기계적으로 행하면 不連續인 지역으로 세세히 區分되기 때문이다. 이같이 하여 14群의 氣候型에서 26개의 구분이 이루어진다(예를 들면 I a₁型은 4개). 이 26개의 區分중에는 당연히 똑같은 기후형의 것이 몇개 있으나 地理上의 거리도 멀고 지금 취급하지 않았던 바람·天氣日數·日照時間·蒸發量 등의 요소와 3개의 主成分에 포함되어 있지 않는 7월 강수량 등의 차이가 있기 때문에 同一地域에 속한다고 말할 수 없다. 各地域의 범위와 특징은 다음과 같다.

① I b₂—울릉도 지역. 1月은 溫和하며 降雪이 많다. 1월과 7월의 日較差 낮고 연중 降水日이 많다.

② II b₂—束草를 중심으로한 지역. 1月은 비

교적 온화하며 降水量이 많다. 1월과 7월의 일교차가 낮으며 7월의 평균기온도 낮다. 7월 강수량은 적다.

③ II b₁—江陵을 중심으로한 지역. 1月에 비교적 온화하고 7월의 平均氣溫과 일교차는 낮다. 新積雪이 적다.

④ II b₂—三陟·蔚珍을 중심으로한 동해안지역. 新積雪과 降水日이 적고 7월 평균기온과 1월의 상대습도가 낮다. 또한 7월 강수량이 적다.

⑤ IV b₂—盈德을 중심으로한 지역. 신적설과 강수일이 적으며 7월 平均氣溫과 1월의 相對濕度가 낮다. 7월 강수량도 적다.

⑥ II b₁—浦項·蔚山·釜山을 중심으로한 南東海岸地域. 1월의 상대습도가 낮고 降水日, 新積雪이 적다.

⑦ II a₁—莞島·高興·麗水·南海·巨濟를 중심으로한 남해안지역. 1월과 7월의 日較差 작고 1월이 온화하다. 1월의 강수량은 많으나 신적설은 적다. 7월의 상대습도는 높다.

⑧ I a₂—濟州·城山浦 중심의 북제주지역. 1月은 온화하며 降水量이 많다. 1월과 7월의 일교차가 작다.

⑨ II a₂—西歸浦·大靜중심의 남제주지역. 1월은溫和하고 강수량이 상당히 많다. 1월과 7월의 일교차는 작고 新積雪은 거의 없다.

⑩ I b₁—木浦를 중심으로한 지역. 1월이 온화하며 1월과 7월의 日較差가 작다. 신적설은 많다.

⑪ I a₁—咸平·光州·長興·海南을 중심으로한 湖南地方의 서남부지역. 신적설과 강수일이 많고 1월의 상대습도가 높다. 내륙쪽은 1월과 7월의 일교차가 크고 海岸쪽은 1월 강수량이 많다.

⑫ III a—扶安·井州·昇州·南原 중심의 湖南內陸地域. 1월과 7월의 일교차가 크며 降水日, 신적설이 많다. 1월의 相對濕도가 높다.

⑬ III b₁—任實을 중심으로한 湖南內陸山間地域. 1월과 7월의 일교차가 크고 新積雪, 강수일이 많다. 1월의 상대습도 높고 7월의 平均氣溫은 낮다.

⑭ IV a—山淸·居昌·陝川·咸安·密陽·大邱를 중심으로한 嶺南南部內陸地域. 1월과 7월의 일교차가 크고 7월의 평균 기온은 높다. 1월 降水量, 降水日, 新積雪은 적다.

⑮ IV b₁—榮州·善山·義城·永川·漆谷을 중심으로한 嶺南北部內陸地域. 1월과 7월의 일교차가 크다. 1월과 7월의 相對濕도는 낮으며 1월의 平均氣溫도 낮다. 강수일, 신적설, 1월의 강수량은 적다.

⑯ IV a—聞慶을 중심으로한 小白山脈山間地域. 1월과 7월의 일교차가 비교적 크다. 다른 嶺南內陸보다 1월 강수량, 降水日, 신적설이 많다.

⑰ III a—扶餘·錦山·儒城·牙山·水原·利川·楊平·淸州·忠州·原城·洪川·春川을 중심으로한 中部內陸地域. 1월과 7월의 일교차가 크며 특히 山間盆地에서 크다. 1월의 평균기온이 낮다. 降水日, 新積雪, 7월의 강수량이 많고 1월의 상대습도가 높다.

⑱ I a₁—大田을 중심으로한 지역. 강수일, 신적설이 많으며 7월의 降水量이 많다. 1월의 相對濕도가 높다.

⑲ III b₁—報恩·秋風嶺을 중심으로한 小白山脈山間地域. 강수일, 신적설이 많다. 7월 평균기온이 낮으며 보은은 특히 1월과 7월의 日較差

가 크다.

⑳ I a₁—保寧·群山·裡里·全州중심의 지역. 1월과 7월의 일교차가 적으며 강수일, 신적설, 1월 降水量이 많다. 7월 相對濕도도 높다. 全州부근은 7월의 강수량이 많다.

㉑ III b₁—堤川을 중심으로한 小白山脈山間山地地域. 1월과 7월의 日較差가 크다. 1월 평균기온과 7월의 상대습도가 낮다.

㉒ III b₂—大關嶺을 중심으로한 太白山脈山間地域. 降水日, 新積雪, 1월 강수량이 많다. 1월의 상대습도가 높으며 7월의 평균기온은 낮다.

㉓ III b₁—麟蹄를 중심으로한 太白山間地域. 1월과 7월의 일교차가 크며 1월 평균기온과 7월 平均氣溫은 낮다. 강수일과 신적설이 많다.

㉔ I a₁—서울을 중심으로한 지역. 7월의 平均氣溫이 높고 降水量도 많다. 강수일, 신적설은 약간 많으며 1월의 상대습도는 높다. 1월과 7월의 일교차는 비교적 작다.

㉕ III b₂—江華島를 중심으로한 지역. 1월과 7월의 일교차가 크다. 7월의 降水量은 많으나 1월의 강수량은 적다. 1월의 相對濕도는 낮다.

㉖ I b₁—瑞山·仁川을 중심으로한 중부서해안 지역. 新積雪, 강수일이 많으며 7월의 降水量도 많다. 7월의 상대습도가 높고 1월과 7월의 일교차는 낮다.

이상의 범위내에서 I, II형은 海岸地方의 氣候를, III, IV형은 內陸地方의 氣候를 나타내고 있다. 이들 小區分을 몇개씩 종합하여 단순화하면 11개의 地帶로 구분된다(Fig. 6). 이 경우 前에 서술한 I~IV의 大區分에 구애되지 않고 여기에서 채택된 이외의 氣候要素를 가미하고 氣候의 類似性과 地域의 連結性을 고려하여 한테 묶었다. 그 결과 南韓地方은 대체로 海岸地方과 內陸地方으로 大區分되며 이것을 中部와 南部로 다시 구분하면 해안지역 5개, 내륙지방 4개의 지대로 中區分된다(Table 4). 여기에 울릉도와 濟州島의 특수한 氣候型을 합치면 11개 地帶로 구분된다. 본 연구에서 이들 地帶名은 가장한 것이기 때문에 앞으로 검토를 요한다.

主成分分析法은 grouping과 累積寄與率의 문제가 있으나 單一의 母集團內部 性質을 검토하는 데에는 最適의 處理法중 하나라고 말할 수

Table 4. Classification of the climatic areas and the climatic types of South Korea Shown in Fig. 6 by Classification Scale.

Large-Scale Classification	Middle-Scale classification	Minute-Scale classification
海岸地域 (I, II)	中部西海岸 濕潤小日較差地帶 (I a·I b) 中部東海岸 夏季小冷 小雨地帶 (II b) 南海岸 溫暖濕潤地帶 (II a) 南部 東海岸 溫暖小雪地帶 (II b) 湖南 西南部 多降水小日較差地帶 (I a·I b) 울릉도 溫暖多雪地帶 (I b) 濟州島 溫暖多雨地帶 (I a·II a)	I a ₁ I b ₁ * III b ₂ -⑳㉔㉕㉖ II b ₁ II b ₂ -㉒㉓㉔ II a ₁ -㉗ II b ₁ -㉘ I a ₁ ·I b ₁ -㉙㉚ I b ₂ -㉛ I a ₂ ·II a ₂ -㉜㉝
內陸地域 (III, IV)	中部內陸 寒冷濕潤地帶 (III a) 太白·小白山脈 寒冷 多降水日地帶 (III b·IV a) 湖南內陸 多雪大日較差地帶 (III a·III b) 嶺南南部內陸 溫暖小雪地帶 (IV a) 및 嶺南北部內陸 小雨大日較差地帶 (IV b)	III a* I a ₁ -㉞㉟ III b ₁ ·III b ₂ ·IV a-㊱㊲㊳㊴ III a·III b ₁ -㊵㊶ IV a·IV b ₁ ·IV b ₂ -㊷㊸㊹

(* : exceptional case)

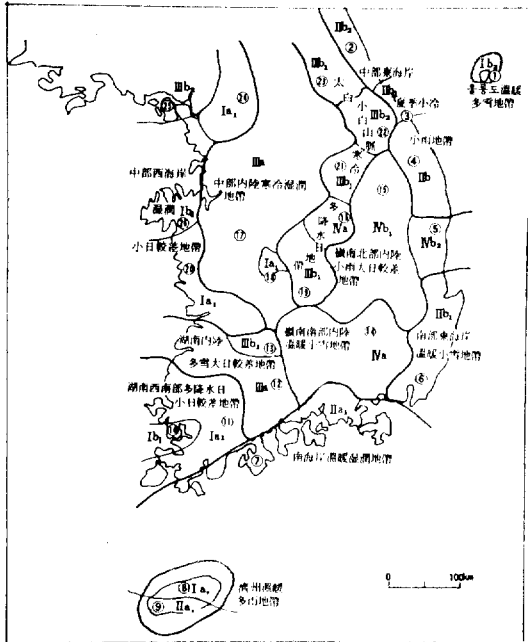


Fig. 6. Climatic zonation's map of South Korea

있다.²⁰⁾ 이 연구는 異常天候를 포함한 氣候變動의 解析을 위한 豫備的인 研究로서도 주목된다.²¹⁾

4. 結 論

본 연구는 主成分分析을 10개 氣候要素에 적용해 남한의 氣候區分을 시도한 것이다.

1월과 7월의 平均日較差, 降水日과 新積雪은 陽의 相關이 높고 7월의 平均日較差와 相對濕度, 1月平均氣溫과 7月平均日較差는 陰의 相關이 높다. 氣候區分에 필요한 氣候要素는 3개의 主成分으로 要約되며 全情報의 77.6%를 설명한다.

第1主成分은 寄與率이 36.9%이며 주로 冬季의 氣溫關係의 情報가 종합된 것으로 陽의 값이 큰 곳은 日較差가 작고 冬季의 氣溫이 상대적으로 높은 南海岸 및 東海岸地域이며 陰의 값이 큰 곳은 日較差가 크고 冬季의 기온이 낮은 洪川·堤川·楊平·淸州 중심의 中部內陸地域이다.

第2主成分은 寄與率이 26.1%이며 주로 冬季의 降水關係의 情報가 종합된 것으로 이 主成分의 陽의 값이 큰 곳은 冬季에 降水現象이 빈번하고 특히 降雪이 많은 大關嶺·任實을 중심으로 한 地域이며 陰의 값이 큰 곳은 盈德·永川을

20) 野本眞一·千葉 長·矢島榮三, 1982, “わが國における 1月の 氣溫 および降水量の 解析(クラスタ法, Lund 法, 主成分分析法の 比較)” 昭和 56年度 長期鮮報檢討會資料, 氣象研究所豫報研究部, pp. 7-12.

21) 野本眞一·千葉 長·矢島榮三, 1982, Ibid., pp. 21.

중심으로한 小白山脈 以東, 以南地域이다.

第3主成分은 寄與率이 14.6%이며 주로 暖候期の 氣溫과 降水量關係의 情報가 종합된 것으로 陽의 값이 큰 곳은 暖候期에 기온이 높고 강수량이 많은 晉州·全州·高興·光州·南原을 중심으로한 南海岸 및 南部內陸地域과 서울·水原·大田·扶餘를 중심으로한 中部內陸地域이며 陰의 값이 큰 곳은 暖候期에 기온이 낮고 강수량이 적은 太白山脈 以東의 東海岸地域이다.

第1, 2, 3主成分이 직각으로 만나는 3차원 공간 상에서 南韓의 70개 地點은 主成分上스코아의 부호에 따른 8개의 象限內에서 14個群(14個 氣候型)으로 分類된다. 南韓은 14개의 氣候型에서 26개의 小氣候地域으로 구분되며 氣候의 類似性, 地域의 연결성 등을 고려하면 11개의 地帶로 통합된다. 이때 주로 I, II型은 海岸地域의 氣候를, III, IV型은 內陸地域의 氣候를 나타낸다.

A Classification of in Korea Climate by Principal Component Analysis of Climatic Elements

Hyun-Wook Park*

Summary

This research attempts to classify the climatic districts of South Korea by applying principal component analysis method, to the climatic data of 70 recording stations.

This method is to classify districts by the properties of their climatic elements, that is, a classification method only by climatic elements, in contrast to on experimental classification method based on climatic phenomena.

The climatic elements used for this research are as follows:

- X_1 : Monthly mean temperature at sea level in January
- X_2 : Monthly mean temperature at sea level in July
- X_3 : mean diurnal range of temperature in January
- X_4 : mean diurnal range of temperature in July
- X_5 : Total precipitation in January
- X_6 : Total precipitation in July
- X_7 : Relative humidity in January
- X_8 : Relative humidity in July
- X_9 : Rainfall day
- X_{10} : Snowfall day

Both mean diurnal range of temperature in January and July, and both days of rainfall and days of snowfall are very positively correlated, respectively; both mean diurnal range of temperature in July and relative humidity in July, and both monthly mean temperature in

January and mean diurnal range of temperature in July are very negatively correlated. (Table 1)

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

The first principal component as a whole integrates chiefly pieces of information of temperature in the winter season that involve the mean temperature, the mean diurnal range of temperature and the precipitation in January, and the mean diurnal range of temperature and the relative humidity in July. This geographical distribution is shown in Fig. 1.

The second principal component integrates chiefly pieces of information on rainfall which involve snowfall day, rainfall day and relative humidity in January. This geographical distribution is shown in Fig. 2.

The third principal component integrates chiefly pieces of information on temperature and precipitation in the summer season which involve monthly mean temperature and precipitation in July. This geographical distribution is shown in Fig. 3.

Further, the accumulated contributory rate of these three components is 77.6 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

* Graduate School, Chonnam National University

group are shown in Table 3. Roman numerals of group names are distinguished by the score sign of the first and second principal components. English characters are distinguished by the score sign of the third principal component,

and subscript numbers are small classifications.

Those climatic types are plotted on the map of South Korea, and the map is divided into 26 small climatic areas. Also, 26 areas are grouped into 11 zones (Fig. 6).