Korean J. Ecology 7(3) : 119~131, 1984

漢拏山 地衣植物의 分布에 關한 集落分析

朴 勝 太·崔 斗 文*
(全北大 師大 生物敎育科, 公州師大 生物敎育科*)

Cluster Analysis on the Distribution of Lichens in the Mt. Hanra

Park Seung-Tai and Du-Mun Choe*
(Dept. of Biology Education, Jeonbug National University,
Dept. of Biology Education, Kongju Teacher's College)*

ABSTRACT

The cluster analysis on the distribution of epiphytic lichens on the north, south, east and west slope of Mt. Hanra was carried out by three methods, sum of square algorithm(SSA), principal component analysis (PCA) and multidimensional scaling method(MDS). Analysis of concentration(AOC) was used for the comparison between the lichen communities of north and south slope.

The lichen species was identified 35 species by Hale and Culberson technique. The classification of sites by SSA method was divided into two areas in four slopes, and that of species by SSA, PCA and MDS methods was classified into three clusters in east slope, four clusters in south and west slope, and three clusters in north slope.

The comparison between north and south slope of the distribution of lichens indicates that high elevation of north slope (NH; 1600m~1900m) was similar to that of relative low elevation of south slope (SL; 1000m ~1300m). The genus lichen, *Anaptychia*, *Parmelia*, *Lobaria* and *peltigera* was found as the dominant genus in both slopes.

緖 論

地衣植物의 分布는 環境變化에 敏感한 反應을 나타내는 것으로 알려졌다(Gilbert, 1968; Hoffman and Boe, 1977; LeBlanc and Rao, 1973). 지난 20여년간 computer program 發達에 따라 植物分布 要因分析에서 植物體의 內的 特性과 環境과의 關係를 간단히 解析하는데 多變數分析法(multivariate analysis)을 많이 이용했다(Bray and Curtis, 1957; Goodall, 1970; Sneath and Sokal, 1973; Orloci, 1978; Legendre and Legendre, 1983).

多變數分析法의 一種인 集落分析法(cluster analysis)은 比較的 均質한 棲息地內에 있는 植物種과 그 棲息地에 영향을 미치는 環境要因과의 關係, 또는 植物種의 分布樣相을 分析하는 方法이다. 이 方法을 生態學에 이용하기는 Sokal과 Sneath(1963), Edwards와 Cavalli-Sforza(1965), Williams와 Dale(1965) 등에 의해 시작되었고 그후 Gower(1967)의 여러가지 集落法의 比較, Anderberg(1973)의 集落分析의 適用과 program의 比較, Cormack(1971)의 集落區分의 定義는 集落理論을 生態學에 이용하는 주요한 역할을 했다(Williams, 1971).

地衣植物의 分布樣相에 대한 集落分析은 Sheard와

Jonescu(1975)가 로루라에 부착된 것을 PCA法(Gauch and Whittaker, 1972)을 써서 解析하였고, McCune과 Antos(1982)가 Swan Valley의 地衣植物 分布要因에 대하여 PO法(Bray and Curtis, 1957), RA法(Hill, 1973), PCA法(Gauch, 1977), DA法(Nie *et al.*, 1975)으로 해석하였으며, Fasham(1977)은 環境勾配에 대한 配列(ordination)에 대하여 MDS法(Shepard and Carroll, 1966), PCA法(Noy-Meir and Austin, 1970), RA法(Hill, 1973)을 써서 比較 分析하였다.

本 硏究에서는 SSA法(Orloci, 1967), PCA法(Goodall, 1954; Yarranton, 1967; Whittaker and Gauch, 1973; Orloci, 1978), MDS法(Kruskal, 1964; Fewster and Orloci, 1983)을 이용하여 漢拏山 標高 1000m 이상의 高地帶의 地衣植物 分布에 대한 集落을 區分하고 南北斜面의 分布樣相을 正準分析法의 일종인 AOC法(Feoli and Orloci, 1979)으로 比較分析하였다.

方 法

野外調査

漢拏山은 濟州道에 位置한 國立公園으로 粗面岩과 玄武岩이 많은 곳으로 濟州市의 氣候는 年平均 氣溫이 2.4°C, 年降水量 1,300mm로서 月 平均氣溫이 10°C 이상인 月 數는 3個月, 0°C 이상인 月 數는 7個月로 보고되었으나 同 調査地는 標高 1,000m 이상의 산록지이므로 자주 雲霧帶가 형성되고 氣象의 變化가 심한 것으로 기대된다(Choe, 1982).

漢拏山의 植物分布는 高度에 따라 몇 개의 分布帶로 區分한 이후(中井, 1914) 여러 硏究者에 의한 植物分布 및 生態에 대한 硏究가 있었다(Park and Lee, 1981; Chang *et al.*, 1973).

標本 採集은 地衣植物 分布에 대하여 標高 1,000m 이상의 東西南北斜面의 등산로를 따라 東쪽은 성판악(標高 740m)에서 頂上까지, 南쪽은 標高 900m의 영실계곡에서 頂上까지, 西쪽은 어리목(標高 900m)에서 頂上까지, 北쪽은 탐라계곡(標高 1,000m)에서 頂上까지 高度가 100m 增加되는 地點마다 10個 地所(全體 40個 地所)를 設定하고 개서나무, 층층나무, 고광나무, 주목, 산벚나무, 구상나무, 소나무등에 附着된 地衣植物을 調査하였다.

各 地所마다 標本區內(400m²)에 있는 3~10個 樹木을 정하여 연속으로 세로×가로(20cm×10cm)의 방형구 10個(20cm×10cm)를 설치하고 地衣植物 被度, 附着面, 地上에서 附着面까지 높이, 樹冠密度, 地面의 傾斜度를 調査하였다(Park, 1983).

地衣植物의 種의 同定은 Hale(1979) 체계를 따랐고 형태학적 또는 해부학적으로 區別되지 않는 種은 Culberson(1972)의 TLC法으로 同定하였다.

資料處理

(1) 距離計算

本 硏究에서는 Euclidean 거리를 算出하여 이용하였다.

$$d_{ij}=[\sum(X_{ih}-X_{hk})^2]^{\frac{1}{2}}$$
$$h=1, 2, \cdots\cdots\cdots, p$$

(2) 距離 自乘和法(SSA)

個個 要素間의 거리를 自乘한 값이 最少일 때 結合(fusion)하여 集落을 形成하게 하였다(Orloci, 1975).

$$Q_{jk}=Q_{j+k}-Q_j-Q_k$$
$$Q=\sum d^2$$

(3) 主素分析法(PCA)

共變量(**S**)과 固有値(λ)와의 關係에서 determinant를 계산하여 ($|\mathbf{S}-\lambda\mathbf{I}|=0$) 固有値($\lambda$)를 算出하고, $\mathbf{Sb}=\lambda_i\mathbf{b}$에서 고유벡터(**b**)를 계산한 후 主素値(component score)를 算出하였다(Park, 1981).

$${}^{i}\mathbf{Y}_{ij}=\mathbf{A}'_j\mathbf{b}_i$$

(4) 多次元 距離分析法(MDS)

個個 要素間의 距離(d_{ij})와 要素들의 內的 相異性(δ_{ij}; dissimilarity)에 대한 勾配値(stress)를 計算하고 三次元의 배열값을 산출하였다(Fewster and Orloci, 1983).

$$S=\min[\sum(d_{ij}-\delta_{ij})^2/(\sum d_{ij})^2]^{\frac{1}{2}}$$

(5) 集中度法(AOC)

集落이 區分된 表(nonzero table)의 집중도(C)를 계산하고 正準分析法(canonical analysis)으로 植物種과 環境 集落의 正準値(canonical score)를 산출하였다(Feoli and Orloci, 1979).

$$C=x^2/[F..\min(r-1, c-1)]$$

集落區分과 効率

SSA法에 의한 集落區分은 dendrogram에서 SS값이 300일때 區分하였다. 區分効率은 다음과 같이 計算하였다.

$$\text{効率}(\%)=\frac{SS_{max}-SS_{sort}}{SS_{max}}\times 100$$

PCA法에 의한 集落은 固有値에 대한 主素값을 산출하여 제 1 주소와 제 2 주소를 대비하여 구분하였다. 區分効率은 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{効率}(\%)=\frac{\text{이용된 고유치의 합}}{\text{전체 고유치의 합}}\times 100$$

MDS法에 의한 集落區分은 배열값으로 二次元으로 분산을 구분하고 勾配値(S)로 효율을 나타냈다.

効率(%)$=S\times100$

프로그램

모든 프로그램은 APPLE Ⅱ+(64K) 콤퓨터를 이용하여 APPLESOFT BASIC으로 실행하였다. 本 硏究에서 활용된 프로그램은 Orloci(1984), Gauch(1977), Park(1983)의 프로그램 중에서 地所와 植物種의 集落은 SSA(Orloci, 1978), PCA(Gauch, 1977; Park, 1981), MDS(Fewster and Orloci, 1983)을 이용하였고, 南北斜面의 分布樣相의 分析은 ADJUST(Orloci, 1984), CONCENTRATION(Orloci, 1984)을 이용하였으며, 二次元 그래픽은 PLOT(Park, 1981), 三次元 그래픽은 STEREO(Orloci, 1978), ORDINATION(Park, 1981)을 사용하였다. 또한 기대분산은 LATTICE (Orloci, 1984) 프로그램을 이용하였다.

Table 1. The list of lichen species collected in Mt. Hanra

Family	Genus	Species
Buelliaceae	*Buellia*	*Buellia aethalea*
		Buellia canescens
Graphidaceae	*Graphis*	*Graphis elegans*
Lecanoraceae	*Lecanora*	*Lecanora campestris*
		Lecanora muralis
Parmeliaceae	*Cetraria*	*Cetraria chlorophylla*
		Cetraria nivalis
	Hypogymnia	*Hypogymnia physodes*
		Hypogymnia tubulosa
	Menegazzia	*Menegazzia terebrata*
	Parmelia	*Parmelia caperata*
		Parmelia conspersa
		Parmelia crinita
		Parmelia pastillifera
		Parmelia perlata
		Parmelia revoluta
		Parmelia saxatilis
		Parmelia soredina
		Parmelia subrudecta
Peltigeraceae	*Nephroma*	*Nephroma laevigatum*
	Peltigera	*Peltigera cania*
		Peltigera polydactyla
Petusariaceae	*Pertusaria*	*Pertusaria flavida*
		Pertusaria pertusa
Physciaceae	*Anaptychia*	*Anaptychia fusca*
		Anaptychia obscrata
	Physcia	*Physcia grisea*
		Physcia leptalea
Stictaceae	*Lobaria*	*Lobaria laetevirens*
		Lobaria pulmonaria
Teloschistaceae	*Caloplaca*	*Caloplaca chlorophylla*
		Caloplaca decipens
		Caloplaca heppiana
		Caloplaca saxicola
		Caloplaca thalincola
9	14	35

結　果

地衣植物

樹皮에 附着된 地衣植物은 9科 14屬 35種이 同定되었다(Table 1). 各 地所의 地衣植物의 被度는 5%에서 95%의 범위였다(Table 2).

SSA法에 의한 地所集落

SSA法에 의한 地所集落 區分은 東西南北斜面의 각각의 10個 地所가 높은 지역과 낮은 지역으로 區分되었다. 東斜面의 낮은 지역(EL)은 1000m～1500m, 높은 지역(EH)은 1600m～1900m, 南斜面의 낮은 지역(SL)은 1000m～1300m, 높은 지역(SH)은 1400m～1900m, 西斜面의 낮은 지역(WL)은 100m～1700m, 높은 지역(WH)은 1800m～1900m, 北斜面의 낮은 지역(NL)은 1000m～1500m, 높은 지역(NH)은 1600m～1900m의 區間으로 나누어졌다.

SSA 法에 의한 植物種集落

地衣植物 種集落은 SS 값이 300일때 東斜面에서는 3個 集落으로 區分됐는데 集落 A는 낮은 지역(EL), 集落 B와 C는 높은 지역(EH)에 속하였다(Fig. 1). 集落 A는 9種의 地衣植物로서 *Peltigera* 屬과 *Nephroma* 屬의 種의 出現이 높았고, 集落 B와 C는 各各 5種, 13種으로 *Physcia* 屬과 *Parmelia* 屬의 種의 출현이 높았다.

南斜面은 4個 集落으로 區分되고 集落 A와 B는 낮은 지역 (SL), 集落 C와 D는 높은 지역(SH)에 속했다(Fig. 2). 集落 A와 B는 각각 9種, 14種으로 됐으

Table 2. The coverage of lichen in different slops (E, S, W, N) of Mt. Hanra
Cover scale by Daubenmire method (1959)

Species	Slop			
	East	South	West	North
Anaptychia fusca	·····53243	·····	···213 ·····	····· 4523
Anaptychia obscrata	···71323·····	···311·····3···	46·····	····· 2654
Buellia canescens	13·····543···	11 ·····1···	·····3457	·····
Buellia aethalea	···532··· 415	13 ·····2···	···2746·····	·····
Caloplaca heppiana	·····	·····	·····	13142 ·····
Caloplaca saxicola	52·····	·····43·····	·····	·····
Caloplaca thalincola	····· 324	15···12··· 2 ···	125 ·····	·····
Caloplaca decipens	·····1225	71·····	·····	213····· 37 ···
Caloplaca chlorophylla	541····· 63	···2822·····	···356 ·····	····· 112
Cetraria nivalis	·····	···8·····235	····· 153	·····7322·····
Cetraria chlorophylla	···21·····54···	···28····· 432	31·····	378···3·····
Graphis elegans	3···111·····	···41·····	13457·····5	·····43··· 4
Hypogymnia tubulosa	····· 342 ·····	····· 424	···7512····· 7	·····
Hypogymnia physodes	·····	·····	···9···2··· 3 ···	··· 221 ·····
Lecanora muralis	··· 43 ·····111	·····13	2····· 31 ·····	121 ·····
Lecanora campestris	····· 121 ·····	····· 221 ···	····· 32122	·····
Lobaria pulmonaria	13····· 436	141 ·····	··· 4 ·····4563	····· 556
Lobaria laetevirens	····· 421 ·····	··· 946 ·····	·····	····· 214
Menegazzia terebrat	··· 235 ·····	4····· 44 ·····	3····· 4212 ···	·····
Nephroma laevigatum	··· 465 ·····	233·····3·····	··· 6 ···53·····	·····1143
Parmelia perlata	·····	····· 545 ·····	···45··· 1 ·····	45··· 3 ·····
Parmelia revoluta	····· 324 ·····	·····	·····1256···	·····6254·····
Parmelia subrudecta	·····	·····	21·····34	212 ·····
Parmelia saxatilis	·····7553	··· 344 ·····	923·····4	··· 234 ·····
Parmelia pastillifera	46···12·····	436 ·····	·····	·····1324···
Parmelia crinita	·····	4·····452·····	·····31···	···16··· 148 ···
Parmelia caperata	·····	····· 361	·····3415·····	82··· 437 ·····
Parmelia sorediana	···2567·····	54····· 2 ·····	·····	45···76·····
Parmelia conspersa	·····45	·····	15·····38	··· 2 ·····7268
Peltigera cania	31·····55·····	6341···86·····	··· 5 ·····65	·····67·····
Peltigera polydactyla	1 ···35·····	·····12····· 2	··· 721 ··· 4 ···	····· 243·····
Pertusaria flavida	·····1234	·····21	·····	····· 165
Pertusaria pertusa	·····	·····3218	··· 753 ·····	51·····
Physcia leptalea	·····7341·····	·····	·····6541···	···3641·····
Physcia grisea	786 ·····	····· 334	····· 437	····· 538 ·····

며 *Anaptychia*屬과 *Peltigera*屬의 種의 출현이 높고, 集落 C와 D는 각각 3種과 5種으로 되어 있어 *Hypogymnia*屬과 *Physcia*屬이 많았다.

西斜面은 4個의 集落으로서 集落 A, B, C는 낮은 지역(WL), 集落 D는 높은 지역(WH)에 속하고(Fig. 3), 集落 A는 12種, 집락 B와 C는 각각 3種으로 *Ana-*

Table 3. The cluster separated by various methods. symbol A, B, C and D indicate clusters and O means that the species don't include in any cluster, and E, S, W and N mean east, south, west and north slope

Species \ Method / Slope	SSA	PCA	MDS
	E S W N	E S W N	E S W N
1. *Anaptychia fusca*	A—A A	A—A A	A—A A
2. *Anaptychia obscrata*	B A A A	B A A A	B A A A
3. *Buellia canescens*	A B B—	A B B—	B C B—
4. *Buellia aethalea*	A B D—	O B O—	O A O—
5. *Caloplaca heppiana*	———B	———B	———B
6. *Caloplaca saxicola*	C B——	C A——	C A——
7. *Caloplaca thalincola*	C B D—	B B D—	C A D—
8. *Caloplaca decipens*	A B—A	A B—A	A A—O
9. *Caloplaca chlorophylla*	A A D A	A O D A	A A D A
10. *Cetraria nivalis*	—C A B	—C A B	—O A B
11. *Cetraria chlorophylla*	A D A B	O A A O	A O A O
12. *Graphis elegans*	C A D C	C A D C	C A D A
13. *Hypogymina tubulosa*	A D D—	A D D—	O C D—
14. *Hypogymnia physodes*	——D B	——D B	——D B
15. *Lecanora muralis*	C B A B	B B A B	C C A B
16. *Lecanora campestris*	B B A—	C B A—	B C A—
17. *Lobaria pulmonaria*	C B C A	C B C A	C A C A
18. *Lobaria laetevirens*	C C—A	B O—A	B O—A
19. *Menegazzia terebrata*	C B A—	C B A—	C C A—
20. *Nephroma laevigatum*	A A D A	O B O A	A A D A
21. *Parmelia perlata*	—B D B	—A D B	—B D B
22. *Parmelia revoluta*	C—A C	C—A C	C—A C
23. *Parmelia subrudecta*	——A B	——B B	——A B
24. *Parmelia saxatilis*	C A A B	B A B B	B B O B
25. *Parmelia pastillifera*	B A—A	C O—C	O A—A
26. *Parmelia crinita*	—B A A	—A A A	—B A A
27. *Parmelia caperata*	—D C C	—D C O	—C C B
28. *Parmelia sorediana*	C B—C	C B—C	C A—B
29. *Parmelia conspersa*	B—B A	C—B O	B—O O
30. *Peltigera cania*	C C A C	C C A C	C O O C
31. *Peltigera polydactyla*	A B D C	O B D C	A C D C
32. *Pertusaria flavida*	B B—A	B B—A	B C—A
33. *Pertusaria pertusa*	—D D B	—D D B	—C D B
34. *Physcia leptalea*	C—C B	C—C B	C—C B
35. *Physcia grisea*	C D B C	C D B C	C C B C

*ptychia*屬과 *Physcia*屬의 종이 많고, 集落 D는 10種으로 *Hypogymina*屬과 *Nephroma*屬의 種의 出現이 높았다.

北斜面은 3個의 集落이 나타나는데 集落 A는 낮은 지역(NL), 集落 B와 C는 높은 지역(NH)에 속했다(Fig. 4). 集落 A는 11種으로 *Anaptychia*屬과

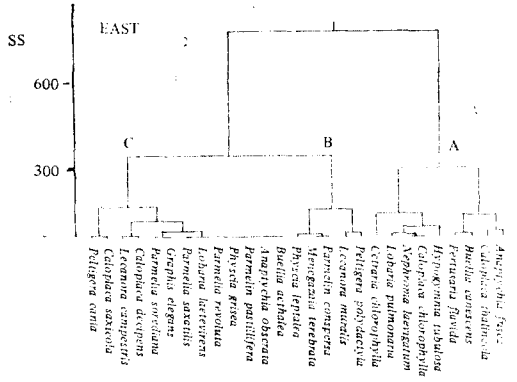

Fig. 1. Dendrogram of 27 lichen species in east slope. The classification by sum of square score, 300, in SSA method.

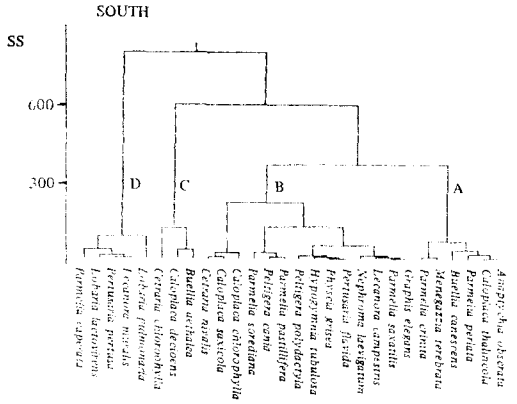

Fig. 2. Dendrogram of 28 lichen species in south slope. The classification by sum of square score, 300, in SSA method.

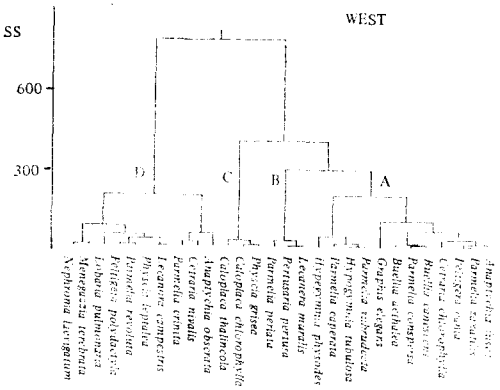

Fig. 3. Dendrogram of 28 lichen species in west slope. The classification by sum of square score, 300, in SSA method.

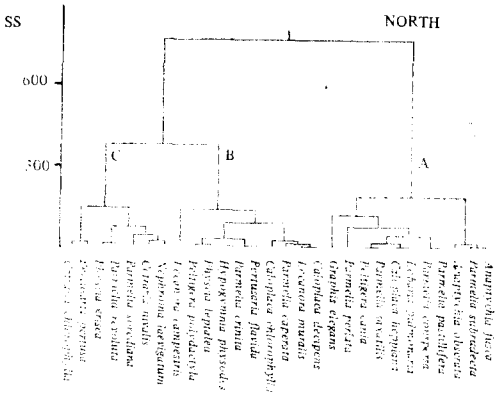

Fig. 4. Dendrogram of 28 lichen species in north slope. The classification by sum of square score, 300, in SSA method.

*Nephroma*屬의 種의 출현이 높고, 集落 B와 C는 각각 10種과 7種으로서 *Physcia*屬과 *Pettigera*屬의 種이 많이 출현했다.

PCA法에 의한 植物種集落

東斜面에서 3個의 集落이 區分되는데 낮은 지역(EL)에 集落 B와 C가 속하고 높은 지역(EH)에 集落 A가 속하는데 *Cetraria chlorophylla, Buellia aethalea, Nephroma laevigatum, Peltigera polydactyla*는 集落에 포함되지 않았다.

南斜面은 4個의 集落이 區分되고 낮은 지역(SL)에 集落 D, A, B가 속했고 높은 지역(SH)는 集落 C가 속했는데 *Caloplaca chlorophylla, Lobaria laetevirens, Parmelia pastillifera*가 集落에 포함되지 않았다.

西斜面은 역시 4個의 集落이 區分되어 낮은 지역(WL)에 集落 A, B, C가 속했고 높은 지역(WH)에 集落 D가 속했는데 *Nephroma laetevirens, Buellia aethalea*는 集落에 포함되지 않았다.

北斜面은 3個의 集落이 구분되는데 낮은 지역(NL)에 集落 A가 속했고 높은 지역(NH)에 集落 B, C가 속했으나 *Cetraria chlorophylla*와 *Parmelia caperata*가 集落에 포함되지 않았다.

集落區分 效率은 東斜面이 50.8%, 南斜面이 42.8%, 西斜面이 48%, 北斜面이 51.8%로 나타났다(Fig. 5). 또한 Fig. 6에서와 같이 3次元的인 配列은 제 1 主素는 가로 軸으로 高度, 제 2 主素는 세로 軸으로 環境要素, 제 3 主素는 stereoscope下에서 각 점의 높이로서 地衣植物의 被度를 나타낸다, 이 때의 각 斜面의 集落區分 效率은 東斜面이 67.6%, 南斜面이 60.0%, 西斜

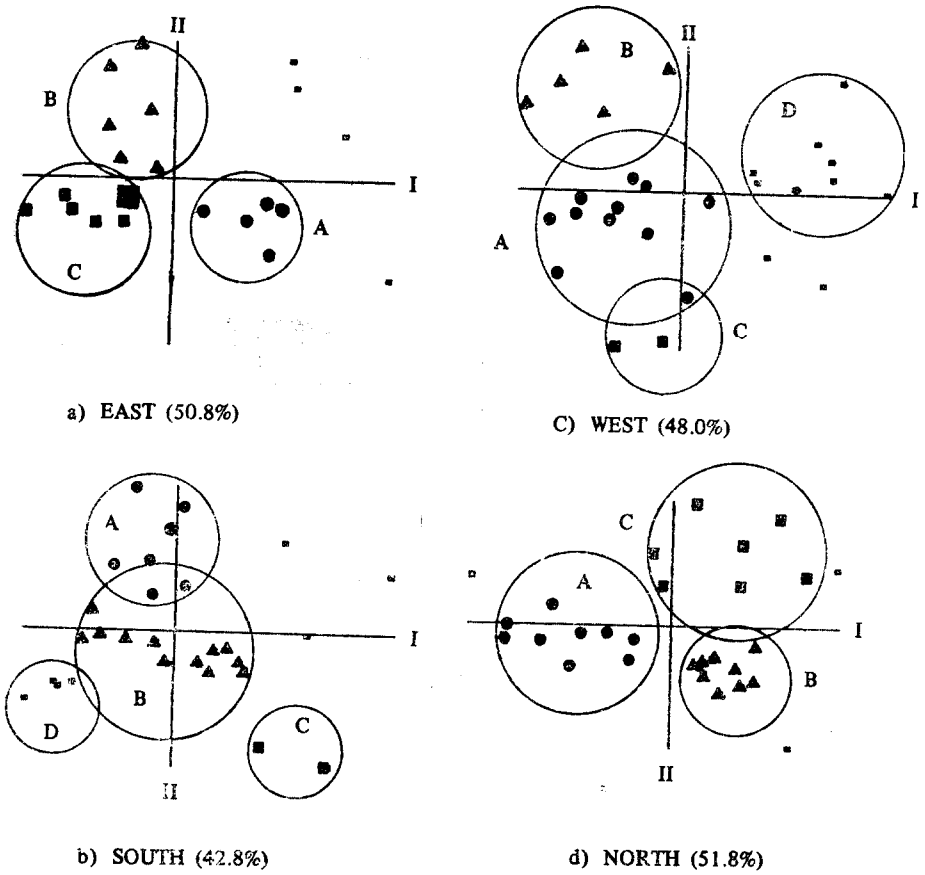

Fig. 5. The clusters of lichen species separated on first and second component by PCA method. The percentage within a parenthesis indicates the clustering efficiency.

面이 61.9%, 北斜面이 63.5%였다.

MDS法에 의한 植物種의 集落

東斜面에서 3個의 集落이 區分되고 낮은 지역(EL)에 集落 B와 C가, 높은 지역(EH)에 集落 A가 속하였고, PCA法과 비슷하였다.

南斜面에서는 3個의 集落이 區分됐는데 낮은 지역(SL)에는 集落 A와 C가 속하였으며, 높은 지역(SH)에 集落 B가 속하여 SSA法, PCA法에 의한 集落區分과 相異하였다.

西斜面은 4個의 集落이 區分되고, 낮은 지역(WL)에 集落 C, D가 속했고, 높은 지역(WH)에 集落 A, B가 속하였다. 이는 PCA法과는 다른 結果이며, SSA法과 비슷했다.

北斜面은 3個의 集落이 區分되고, 낮은 지역(NL)에 集落 A가 속했고, 높은 지역(NH)에 集落 B, C가 속하였다. 集落區分이 SSA法과 PCA法에 의한 區分과 비슷하였다(Fig. 7).

集落區分 效率은 SSA法, PCA法과는 다르며, S값이 작을수록(0%) 效率이 높다. 東斜面에서는 10%, 南斜面에서 14%, 西斜面이 11%, 北斜面이 8%였다.

또한 三次元으로 나타낸 Fig. 8은 各 要素間의 距離를 X軸, 環境要素를 Y軸, 植物의 重要度(被度)를 Z軸으로 나타냈으며, 立體的인 像을 나타내기 위하여 原點(O)을 0.5(sin 30°)만큼 기울였다.

위의 SSA法, PCA法, MDS法에 의한 植物種의 集落은 Table 3과 같다. 各 斜面(東, E; 西, W; 南, S; 北, N)의 集落을 A, B, C, D로 나타냈으며, 集落에 속하지 않은 種은 0으로 표시했고, —부호는 地衣植物이

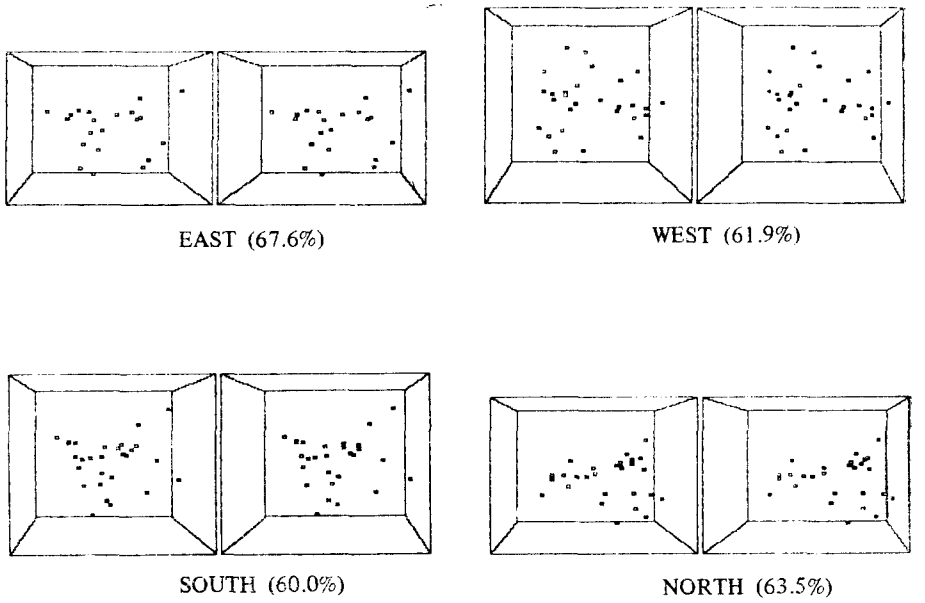

Fig. 6. Stereogram of lichen species based on first, second and third component computed by PCA method. The percentage number of each side indicates clustering efficient. Stereoscope is used for the three dimensional configuration.

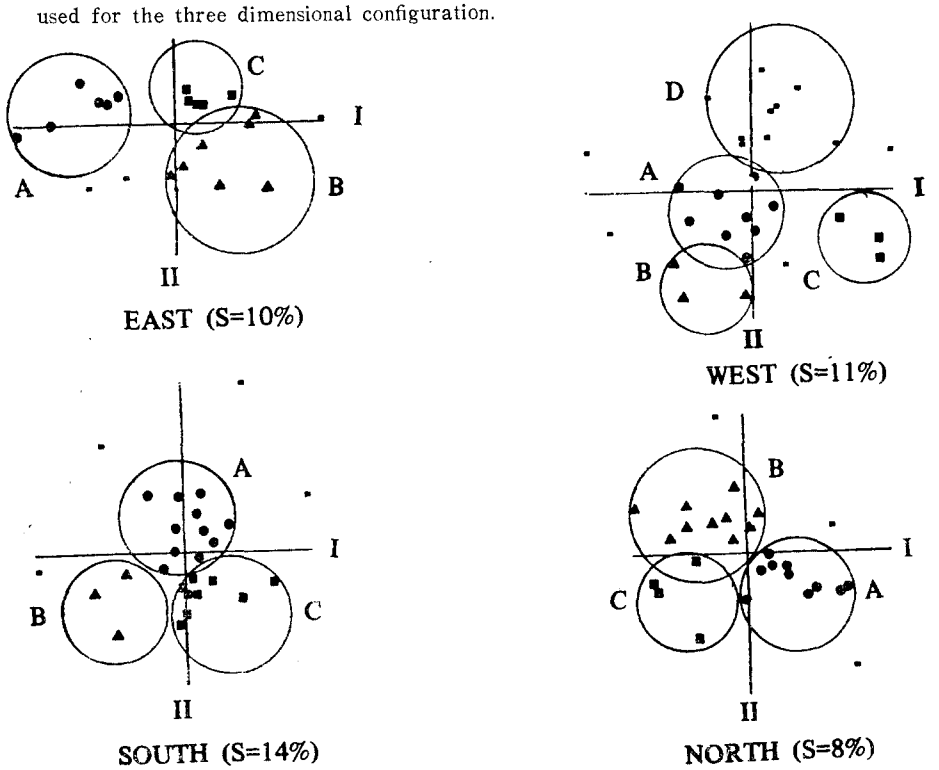

Fig. 7. The clusters of lichen species classified with two axis calculated by MDS method. The percentage within a parenthesis indicates the stress.

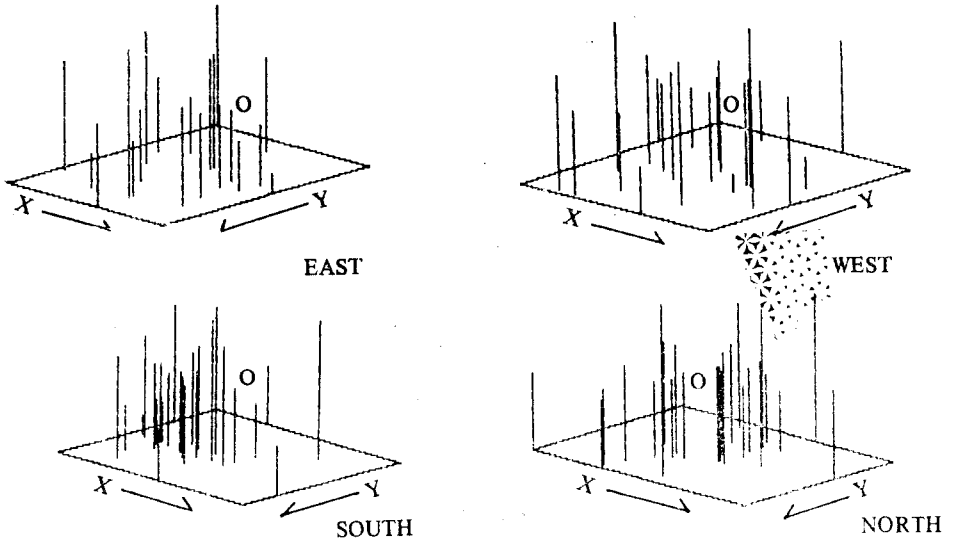

Fig. 8. Three dimensional diagram based on the results of MDS method.

출현하지 않은 것을 나타낸 것이다.

各 斜面에서 集落區分 方法이 달라도 같은 集落을 이루는 屬은 *Anaptchia*屬, *Graphis*屬, *Hypogymnia* 屬, *Lobaria*屬, *Peltigera*屬, *Physcia*屬 등이었으며, 이에 대해 *Buellia*屬, *Lecanora*屬, *Nephroma*屬, *Parmelia*屬 등은 일정한 集落에 속하지 않았다.

南北斜面의 地衣植物 分布比較

南北斜面의 地衣植物 分布樣相을 비교하기 위하여 南北斜面의 地所集落(NL. NH, SL, SH)과 植物種集落(A, B, C)에 대한 Nonzero block table을 만들고(Table 4) 被度값을 標準化하였다(Table 5).

이때 集落의 鮮明度(C)는 0.20(77.25/192×2)로 높게 나타났다.

正準分析(Feoli and Orloci, 1979)에 의한 正準變量과 正準相關을 산출하였다(Table 6). 이때 正準變量에 대한 正準値(canonical score)가 植物種集落(A, B, C)과 地所集落(NL, NH, SL, SH)에 細分되어 算出된다.

제 1 正準變量은 0.622로 95% 有意性을 나타내며, 제 2 正準變量은 0.131로 5%로 有意하지 못하다. 따라서 제 1 正準變量에 대한 期待分散을 計算하였다(Table 7). 植物種의 集落 A와 B의 分散은 南斜面의 낮은 지역(SL)과 北斜面의 높은 지역(NH)과 같은 分布樣相을 나타냈으며, *Anaptychia*屬, *Physcia*屬, *Lobaria* 屬, *Peltigera*屬의 출현이 높았다.

반대로 南斜面의 높은 지역(SH)과 北斜面의 낮은 지역(NL)은 *Lecanora*屬, *Parmelia*屬, *Pertusaria*屬의 출현이 높았다.

論 議

地衣植物 分布樣相에 대한 硏究는 많으나(McCune and Antos, 1982; Sheard and Jonescu, 1974) 山의 高度에 따라 集落區分한 硏究는 充分하지 못하여 比較하지 못했다.

SSA法은 Orloci(1967)에 의해 集落間의 거리자승화(Q_m)와 標準間의 거리자승화(Q_r)와의 百分比로서 集落의 同質性을 分析하였으나, 本 硏究에서는 *SS*값이 300일때 集落을 區分하고, 效率은 最大 *SS*값에서 集落을 區分할 때의 *SS*값(300)과의 差를 最大 *SS*값으로 나눈 百分比로 計算하였다.

PCA法에 의한 分析에서 固有値에 대한 固有벡터 및 主素値의 分散으로 여러 境環要因이 植物에 영향되는 경향(Trend)를 해석했었다(Gauch, 1972; Orloci,1967). 그러나 集落을 區分하기 위하여 固有値와 主素値를 이용하여 二次元으로 配列하고 集落을 區分하였다. 區分에 대한 效率은 全固有値의 合($\sum \lambda_i$)과 이용한 고유치의 合($\sum (\lambda_1+\lambda_2)$)과의 百分比를 산출하였다. Fig. 5에서 北斜面은 10個의 固有値의 合($\sum \lambda_i$)은 45.67이고 제 1, 2固有値가 16.00과 7.67이므로 이때의 효율은 51.8%로 계산된다.

Table 4. The species and sites are rearranged according to sum of square algorithm for the comparison between the lichen communities of north and south slope

Species cluster	Site cluster			
	NL	NH	SL	SH
a.				
Buellia canescens	·····	·····	11·····	··· 1 ·····
Buellia aethalea	·····	·····	13·····	··· 2 ·····
Lecanora campestris	·····	·····	·····	··· 221 ···
Caloplaca thalincola	·····	·····	15·····	12··· 2 ···
Caloplaca saxicola	·····	·····	·····	43·····
Menegazzia terebrata	·····	·····	4 ·····	···44·····
Hypogymnia tubulosa	·····	·····	·····	····· 424
Hypogymnia physodes	··· 221 ···	·····	·····	·····
Parmelia subrudecta	212 ·····	·····	·····	·····
Lecanora muralis	121 ·····	·····	·····	····· 3
Caloplaca heppiana	13142 ···	·····	·····	·····
Physcia leptalea	·····3641	·····	·····	·····
Peltigera polydactyla	····· 243	·····	·····	12····· 2
Parmelia revoluta	····· 625	·····	·····	·····
Pertusaria pertusa	51·····	·····	·····	·····2218
Physcia grisea	·····53	8 ·····	·····	····· 334
b.				
Cetraria nivalis	·····7322	·····	··· 8 ·····	··· 235 ···
Cetraria chlorophylla	378···3···	·····	·····28	····· 432
Parmelia perlata	45··· 3 ···	·····	····· 5	45·····
Parmelia saxatilis	··· 234 ···	·····	·····34	4 ·····
Parmelia crinita	···16·····	148 ·····	4·····4	52·····
Parmelia caperata	82 ··· 437	·····	·····	····· 361
Parmelia sorediana	45·····46	·····	54·····	··· 2 ·····
Peltigera cania	·····67	·····	6341·····	···68·····
c.				
Anaptychia fusca	·····	·····4523	·····	·····
Anaptychia obscrata	·····	·····2654	·····31	1·····3···
Lobaria pulmonaria	·····	····· 556	141 ·····	·····
Pertusaria flavida	·····	····· 165	·····	·····21
Nephroma laevigatum	·····	·····1143	233 ·····	····· 3 ···
Parmelia conspersa	··· 2 ·····	·····7268	·····	·····
Caloplaca decipens	213 ·····	·····37···	71·····	·····
Caloplaca chlorophylla	·····	····· 112	····· 282	2 ·····
Graphis elegans	····· 4	3·····4	·····41	·····
Parmelia pastillifera	·····13	24·····	436 ·····	·····
Lobaria laetevirens	·····	214 ·····	····· 946	·····

Table 5. Joint frequencies of the four site clusters (NL, NH, SL, SH) and the species three clusters (A, B, C) in north and south slope

Slope / Elevation / Species cluster	North		Sorth		Total
	Low (1000m~1500m)	High (1600m~1900m)	Low (1000m~1300m)	High (1400m~1900m)	
A	15.564	1.668	5.836	14.452	37.520
B	30.017	5.003	23.346	18.899	77.265
C	5.660	41.235	25.469	4.851	77.215
Total	51.241	47.906	54.651	38.202	192.000

Table 6. Canonical score and correlation for species and site clusters in Table 4.

Canonical variate	Species cluster			Site cluster				Canonical correlation
	A	B	C	NL	NH	SL	SH	
I	−1.06	−0.69	1.21	−0.96	1.50	0.25	−0.95	0.622
II	−1.73	1.00	−0.16	0.33	−0.71	1.28	−1.38	0.131

Table 7. The expected deviation from canonical first variate revealed significant value (95%). A and B clusters indicate the same trend in variation among blocks

Site / Species	NL	NH	SL	SH
Cluster A	6.29	−9.21	−1.74	4.66
Cluster B	8.52	−12.47	−2.34	6.30
Cluster C	−14.81	21.68	4.08	−10.96

또한 MDS法은 자료값이 三次元 배열값(configuration)이 最少値를 산출하는 stress 값을 계산하는데 (Kruskal, 1964; Fewster and Orloci, 1983) 二次元으로 配列(ordination)하고 集落을 區分하였다. 이 때의 效率은 S값을 이용했고, 분석효율은 값이 적을수록 높은 효율을 나타낸다.

Table 8. The efficiency of clustering method on each slope

Side	SSA	PCA	MDS
East	59%	50.8%	10%
South	70%	42.8%	14%
West	76%	48.0%	11%
North	76%	51.8%	8%

集落區分 效率은 (Table 8)에서와 같이 北斜面의 경우 SSA法에 76%, PCA法에 51.8%, MDS法에 8%로 높게 나타났으며, 南斜面의 경우 SSA法에 70%, PCA法에 42.8%, MDS法에 14%로 비교적 낮은 효율을 나타냈다.

南北斜面을 比較하기 위하여 正準分析法의 일종인 集中度法(AOC)은 環境要素와 植物의 特性要素間의 重相關 또는 正準相關 關係를 計算하는데(Gittins, 1979) 이를 변형하여 環境的인 要素와 植物的인 要素를 集落으로 區分하고 block간의 鮮明度($C=x^2/F..\min(r-1, c-1)$)와 正準變量을 계산하고 有意한 변량에 대한 期待分散을 산출하여 해석하게 된다(Feoli and Orloci, 1979).

본 연구에서 $C=0.20$으로 集落의 鮮明度는 높았고 正準變量은 제 1 변량이 0.622(95%)로 유의함으로 이

에 대한 期待分散을 산출하였다(Table 7).

南北斜面의 地衣植物 分布는 南北面의 낮은 지역(標高 1000m~1300m)과 北斜面의 높은 지역(標高1600m~1900m)이 集落 A, B의 期待分散이 비슷했으며, *Anaptychia*屬, *Physcia*屬, *Lobaria*屬, *Peltigera*屬의 출현이 비슷하였다.

摘 要

漢拏山의 標高 1000m에서 頂上까지 東西南北斜面에서 100m 간격으로 10個地所(全體 40個 地所)를 설정하여 地衣植物을 採集하고 Hale法으로 種을 同定하였다(Table 1).

地衣植物 種集落 區分은 距離自乘和法(SSA), 主素分析法(PCA), 多次元距離分析法(MDS)으로 분석하였으며, 南北斜面의 分布樣相 比較는 正準分析法의 일종인 集中度分析法(AOC)으로 分析하였다.

地所集落은 東西南北 各 斜面마다 높은 지역과 낮은 지역으로 兩分되었으며, 地衣植物 種의 集落은 區分方法에 따른 큰 차이없이 東斜面은 3個, 南斜面은 4個, 西斜面은 4個, 北斜面은 3個 集落으로 區分되었다.

南北斜面의 分布 比較에서 地所와 植物種의 集落의 鮮明度는 $C=0.20$으로 높게 나타났으며, 集中度分析으로 正準變量은 제 1 변량이 0.622(95%)로 有意性이 높았다. 이에 대한 期待分散은 南斜面의 낮은 지역(SL; 1000m~1300m)과 北斜面의 높은 지역(NH; 1600m~1900m)이 비슷한 分布樣相을 나타냈으며, *Anaptychia*屬, *Physcia*屬, *Peltigera*屬, *Lobaria*屬의 출현이 높았다.

參 考 文 獻

Anderberg, M. R., 1973. Cluster analysis for application. A-P, New York. 359 pp.

Bray, J. R. and J. T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecological Monographs, **27** : 325~349.

Chang, N. K., S. T. Park and H. S. Lee, 1973. Phytosociological analysis of the forest on the elevational gradient in Mt. Hanra. J. Kor. Res. Inst. Bet. Liv., **11** : 167~180.

Choe, D. M., 1982. Studies on the vegetation surrounding areas of the Baegrogdam on the Mt. Hanra. Thesis J. Kongju Educ. College, **20** : 84~94.

Cormack, R. M., 1971. A review of classification. J. Roy. Statist., Sco. A., **134** : 321~367.

Culberson, C. F., 1972. Improved conditions and new data for the identification of lichen products by a standardized thin-layer chromatographic method. J. Chromatogr., **72** : 113~125.

Daubenmire, R., 1959. A canopy coverage method of vegetation analysis. Northwest Science, **33** : 43~46.

Edwards, A. W. and L. L. Cavalli-Sforza, 1965. A method for cluster analysis. Biometrics, **21** : 362~375.

Fasham, M. J. R., 1977. A comparison of nonmetric multidimensional scaling, principal components and reciprocal averaging for the ordination of simulated coenoclines, and coenoplanes. Ecology, **58** : 551~561.

Feoli, E. and L. Orloci, 1979. Analysis of concentration and detection of underlying factors in structured tables. Vegetatio, **46** : 49~54.

Fewster, P. H. and L. Orloce, 1983. On choosing a resemblance measure for non-linear predictive ordination. Vegetatio, **54** : 27~35.

Gauch, H. G. Jr., 1977. ORDIFLEX-A flexible computer program for four ordination techniques. Cornell Univ. Ithaca, New York. 185 pp.

Gauch, H. G. Jr. and R. H. Whittaker, 1972. Comparison of ordination techniques. Ecology, **53** : 868~875.

Gilbert, O. L., 1968. Bryophytes as indicators of air pollution in the Tyne Valley. New Phytol., **67** : 15~30.

Gittins, R., 1979. Ecological applications of cannonical analysis. In Orloci, C. R. Rao, and W.M. Stiteler,(eds), Multivariate methods in ecological work, 309~535 pp. International co-operative publishing House, Fairland, Marvland.

Goodall, D. W., 1954. Objective methods for the classification of vegetation. An essay in the use of factor analysis. Aust. J. Bot., **2** : 304~324.

Goodall, D. W., 1970. Cluster analysis using similysis using similarity and dissimilarity. Biom. Prax., **11** : 34~41.

Gower, J. C., 1967. A comparison of some methods of cluster analysis. Biometrics, **23** : 623~637.

Hale, M. E., 1979. How to know the lichens. Brown Co., Iowa. 246 pp.

Hill, M. D., 1973. Reciprocal averaging: an eigenvector method of ordination. J. Ecol., **61** : 237~249.

Hoffman, G. R. and A. A. Boe, 1977. Ecological study of epiphytic cryptogams on populus in South Dakota. Bryologist, **89** : 32~47.

Kruskal, J. B., 1964. Multidimensional scaling by optimizing

goodness of fit to a nonmetric hypothesis. Psychometrika. **29** : 1~27.

LeBalanc. F. and D. N. Rao, 1973. Effect of sulphur dioxide on lichen and moss transplants. Ecology, **54** : 612~617.

Legendre, L. and P. Legendre, 1983. Numerical ecology. Elsevier, New York. 419pp.

McCune, B. and J. A. Antos, 1982. Epiphyte communities of the swan valley, Montana. Bryologist, **85** : 1~12.

Nie, N.H., C.H. Hull, J.G. Jenkins, K. Stenbrenner and D.H. Bent, 1975. Statistical package for the social sciences. McGraw-Hill, New York. 402pp.

Noy-Meir, I. and M. P. Austin, 1970. Principal-component ordination and simulated vegetational data. Ecology, **51**: 551~552.

Orloci, L., 1967. An agglomerative method for classification of plant communities. J. Ecology, **55** : 193~206.

Orloci, L., 1978. Multivariate analysis in vegetation research. Junk, the Hague. 451pp.

Orloci, L., 1984. Introduction to data analysis. Univ. W. Ont., London. 250pp.

Park, B. K. and H. N. Lee, 1981. Analysis of the plant communities of the Mt. Hanla by the species diversity index. J. Korean Acad. **20** : 127~160.

Park, S. T., 1981. Theory and practice of principal components analysis. J. Sci. Educ., JNU., **6** : 39~45.

Park, S. T., 1983. Cluster analysis of the foliose lichens in Mt. Duckyoo. Korean J. Ecology, **6** : 145~151.

Sheard, W. and M. E. Jonescu, 1975. A multivairate analysis of the distribution of lichens on *Populus tremuloides* in West-central Canada. Bryologist, **77** : 514~530.

Shepard, R. N. and J. D. Carroll, 1966. Parametric representation of nonlinear data structures. Multivariate Analysis. Academic Press, London. 561~592pp.

Sokal, R. R. and P. H. A. Sneath, 1963. Principles of numerical taxonomy. Freeman, San Francisco. 479pp.

Senath, P. H. A. and R. R. Sokal, 1973. Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. Freeman, San Francisco. 573pp.

Whittaker, R. H. and H. G. Jr. Gauch, 1973. Evaluation of ordination techniques. Handbook of vegetation science, **5** : 287~321.

Williams, W. T., 1971. Principles of clustering. Ann. Rev. Ecol. & Syst., **2** : 303~326.

Williams, W. T. and M. B. Dale, 1965. Fundamental problems in numerical taxonomy. Adv. Bot. Res., **2** : 35~68.

Yarranton, B. A., 1967. Principal components analysis of data from saxicolous bryophyte vegetation at steps bridge devon. Canadian J. Botany, **45** : 229~247.

(1984年 7月 7日 接受)