

## 德裕山 葉狀地衣植物의 集落分析

朴 勝 太

(全北大學校 師範大學 生物教育科)

## Cluster Analysis of the Foliose Lichens in Mt. Duckyoo

Park, Seung Tai

(Dept. of Biological Education, Jeonbug National University)

### ABSTRACT

The epiphytic lichen communities were analysed in terms of cluster analysis on forty two stands and eight environmental variables in Mt. Duckyoo.

Ordination of stand and species by principal component analysis (PCA) and sum of square algorithm(SSA) gave similar results. Species cluster showed three groups(I,II,III) and stand cluster revealed three groups (A,B,C).

Interaction of stand and species cluster was interpreted by analysis of concentration technique. The results indicated a significant cluster structure at the level of different environmental variable.

### 緒 論

우리나라의 地衣植物의 分布와 環境과의 關係에 對하여 大氣汚染과 地衣植物의 分布에 對한 (朴, 1977) 研究가 있으나 일정한 地域의 植被內 地衣植物과 環境變數와의 定量分析을 試圖한 것은 거의 없다. 그러나 外國에서는 顯花植物 以上으로 環境勾配에 敏感한 反應을 나타내는 隱花植物의 分布에 關한 研究가 活潑하다(Yarranton, 1967; Bates, 1975; McCune & Antos, 1982)

本研究에서는 德裕山 一帶의 地衣植物種의 分布와 環境變數와의 關係를 定量的인 集落分析法을 試圖하였다.

### 調査地域

우리나라에서 11번째로 國立公園으로 指定된 德裕山은 東經 127°41'~127°50'와 北緯 35°45'~36°00'에 位置하고 있으며, 總面積 219km<sup>2</sup>로 主峯德인 德裕山과 南德裕山 및 赤裳山으로 年平均氣溫은 11.9°C로서 一年中 7月の 平均氣溫이 27.4°C로 높고 2月の 平均氣溫이 0.1°C로 낮으며 年降水量은 1281.4mm로 여름에 全體의 60% 정도, 겨울에 20% 정도의 降水量을 가진다.

森林의 植被는 주목科(Taxaceae), 소나무科(Pinaceae), 매자나무科(Berberidaceae), 자작나무科(Betulaceae), 참나무科(Fagaceae), 느릅나무科(Ulmaceae), 단풍나무科(Aceraceae), 박쥐나무科(Alangiaceae), 진달래科(Rhodoraceae)가 많으며 地所에 따라 차이가 있었다.

**Table 1.** A key to subjectively assessed environmental variables

Variable	Level	Definition
1. Lichen cover	0	species missing from each plot
	1	up to a few lichen thallus
	3	abundant, low cover(less 5%)
	5	very abundant, low cover(5~25%)
	7	high cover(25~50%)
	9	high cover(50~100%)
2. Lichen vigor vitality	1	absent of apothecia
	2	rare apothecia present
	3	common apothecia present
	4	vigor apothecia present
3. Exposure	1	south and southeast
	2	east and southeast
	3	west and northwest
	4	north and northeast
4. Diameter of tree		measurement of DBH available on 3 or 7 tree within each plot.
5. Height on the ground level		measurement of the center of cover in each species.
6. Altitude of stand		measurement by altimeter
7. Canopy density		measurement by luxmeter
8. Slope of stand	1	flat
	2	class midpoint about 5 degree
	3	class midpoint about 15 degree
	4	class midpoint about 35 degree
	5	class midpoint about 55 degree

調査地所의 選定은 德裕山에서는 東南方에서 頂上까지 21個 地所, 南德裕山은 西南方으로 12個 地所, 赤裳山은 北西方으로 高度에 따라 9個 地所를 擇하였다.

### 調査方法

#### 標本수집

各 地所마다 400m<sup>2</sup>內에 있는 3~7個의 樹木을 定하여 10cm×20cm의 Quadrat를 連續으로 設置하고 環境變數를 Table 1과 같이 測定하였다.

被度는 Daubenmire(1959)法을 바꾸어 10段階로 區分하였고, 地衣植物의 繁盛度(Vigor vitality)는 Hoffman(1977)法을 利用하였고, 地衣植物 附着面은 東西南北으로 區分하였고(Case, 1977), 樹木의 直徑은 D. B.H.(1.3m)에서 實測하였으며 附着높이는 地面으로부터의 實距離를 測定하였으며, 樹冠密度는 빛의 透過相

對量을 제어 區分하였고(McLaughlin, 1978), 地所의 高度는 高計를 利用하였고, 地形에 對한 傾斜面은 Bates(1975)法으로 區分하였다.

地衣植物의 種分類는 Hale(1979)法으로 分類하고 Parmeliaceae, Physciaceae 및 Cladoniaceae는 Culbertson(1972)의 TLC法으로 補完하였다.

#### 資料 處理

Data는 全北大 HP-3000 Computer를 利用하여 朴의 Program(1981) TEUD(Euclidean distance) TSSA(Sum of square algorithm), TPCA(Principal component analysis), TAOC(Analysis of concentration)으로 計算하였다.

#### 1) 距離測定

本研究에서 利用한 距離는 Euclidean距離이다.

$$e(j, k) = \left[ \sum (Xhj - Xhk)^2 \right]^{1/2}$$

$$h=1, \dots, P \quad (1)$$

2) 地所와 種의 配列(Ordination)

Euclidean距離를 利用하여 主素分析法(PCA-R, 朴, 1981; Orloci, 1975)으로 區分하였다. 이는 固有值(eigenvalue,  $\lambda_i$ )와 固有벡터(eigenvector,  $b_i$ )의 算出은 共變量 行列式  $S$ 에서 式 (2)와 같이 計算된다.

$$Sb_i = \lambda_i b_i \quad (2)$$

이때 主素值(Component score)는 式 (3)으로 얻는다.

$$Y_{ij} = A'_{ij} b_i \quad (3)$$

式(3)에서  $A$ 는  $A_{kj}$ 의 行列式이며  $A_{kj} = (X_{kj} - \bar{X}_k) / \sqrt{n-1}$ 로 計算하고  $A'$ 는  $A$ 의 轉置式이다.

3) 種의 集落(Cluster)

距離自乘和(Orloci, 1975)를 利用하여 集落을 定하였다. 먼저 距離自乘和의 量( $Q_m$ )을 計算하고 二要素의 結合은 式(4)와 같다.

$$Q_{A+B} = [1/(N_A+N_B)] \sum_j \sum_k e^2(j, k; A+B) \quad (4)$$

$$j=1, \dots, N_A+N_B-1$$

$$k=j+1, \dots, N_A+N_B$$

式(4)에서  $N_m(N_A$  또는  $N_B)$  環境變數值이며 集落은 自乘和의 最小值로 式 (5)와 같이 定한다.

$$Q_{AB} = Q_{A+B} - Q_A - Q_B \quad (5)$$

$$= [N_A N_B / (N_A + N_B)] \sum (\bar{X}_{kA} - \bar{X}_{kB})^2$$

$$h=1, \dots, r$$

式 (5)에서  $r$ 은 種數를 標示한 것이다.

4) 集落과 環境變數와의 關係

이는 Feoli & Orloci(1979)의 AOC法을 이용하였다. 우선 集落의 鮮明度(sharpness)를 式 (6)과 같이 計算하였다.

$$S = \chi^2 / F \min(r-1, t-1) \quad (6)$$

式 (6)에서  $F = r t \sigma$  種의 集落數( $r$ )와 地所의 集落數( $t$ )로서  $S$ 值가 0-1사이로 0에 가까울수록 集落의 鮮

**Table 2.** Eigenvalues of the first five components of the forty-two stands

Component	Eigenvalue	Proportion of variability	Cumulative proportion
I	106.79	34.4	34.4
II	86.84	28.0	62.4
III	59.20	19.1	81.5
IV	33.41	10.8	92.3
V	13.35	4.3	96.6

明度는 낮다.

또한 種의 集落과 地所의 集落과의 關係解析은 canonical相關과 點數를 利用하였다. 種集落의 canonical點數는 種의 頻度의 分布의 行列式  $S$ 를 利用하여 式 (7)과 같이 計算하였다.

$$X_{ir} = \alpha_{ir} (F/F_i)^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

式 (7)에서  $\alpha$ 는  $S$ 의 固有벡터이다. 또한 이를 變形하여 地所集落의 canonical點數도 計算한다.

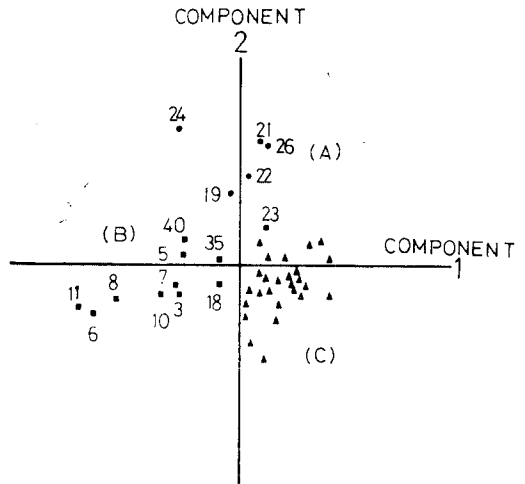
**結果**

**地所의 配列(stand ordination)**

地所의 配列은 主素分析法(PCA-R; 朴, 1981)을 利用하였다. Table 2에서와 같이 第一主素는 固有值가 106.79로 全變量의 34.4%였고 第二主素는 固有值가 86.84로 全變量의 28.0%, 第三主素는 固有值가 59.20으로 全變量의 19.1%로서 이들 세 主素의 合은 全變量의 81.5%였다.

第一主素는 環境變數中 地形, 高度 및 地衣植物의 地上部로부터의 높이와 關係가 높고 第二主素는 地衣植物의 附着面과 樹冠密度와 關係되었다.

또한 德裕山 南德裕山 赤炭山の 42個地所를 距離自乘



**Fig. 1.** Stand ordination on components 1 and 2. Six stands(A) belong to the high altitude area(circle) and the number indicates stand, ten stands(B) to the area of high canopy density(square), and twenty-six stands (C) to the area contained complex variables (triangle).

**Table 3.** Eigenvalues of the first four components of the thirty-three species

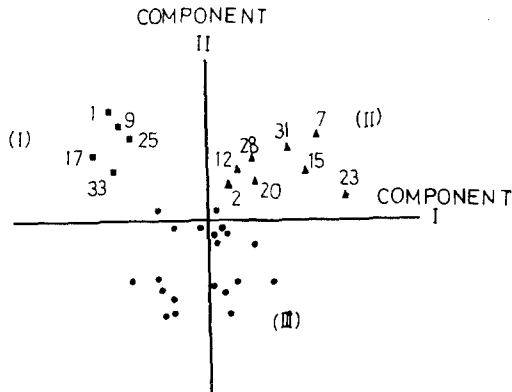
Component	Eigenvalue	Proportion of variability	Cumulative proportion
I	4.21	35.1	35.1
II	2.78	23.2	58.3
III	2.62	21.9	80.2
IV	1.38	11.5	91.7

和法(SSA)으로 세개의 集落이 區分했는데 A集落은 6個地所로 地所번호 19, 23, 22, 21, 26, 24이며 德裕의 頂上地域으로 高度가 1500m以上の 地所였으며 B集落은 10個地所로 地所번호 3, 7, 11, 35, 18, 5, 10, 8, 40, 6으로 樹冠密度가 높은 森林地域의 地所였고 C集落은 26個地所로 環境變數가 複合的으로 作用하는 地所였다 (Fig. 1)

**種의 配列 (species ordination)**

種의 配列도 地所의 區分과 같이 主素分析法과 距離自乘和法을 이용하였다. 表 3과 같이 第一主素는 固有值가 4.21로 全變量의 35.1%이고 第二主素는 固有值가 2.78로 全變量의 23.2%이며 第三主素는 固有值가 2.62로 全變量의 21.9%로 세主素의 合이 全變量의 80.2%로 나타났으며 葉狀地衣植物 33種의 集落은 Fig.2 같다.

第1集落은 *Menegazzia terebrata*, *Parmelia caperata*, *Anzia ornata*, *Anaptychia hypoleuca*와 *Dematocarpon miniatum*의 5종이고 第2集落은 *A. colpota*, *Leptogium tremelloides*, *P. reducta*, *P. marmorata*,



**Fig. 2.** Species ordination on components 1 and 2. Five species belong to cluster I (square), its numbers indicates species number showed in table 2, eight species to cluster II (triangle), and the circles to cluster III.

**Table 4.** A key to the species shown in figs 2 and 3.

1. *Anzia ornata* Asah.
2. *Anzia colpota* Vain.
3. *Anzia japonica* (Tuck.) Müll. Arg.
4. *Collema flagrans* (Sm.) Ach.
5. *Collema glaucophthalmum* Nyl.
6. *Leptogium burnetiae* Dodge.
7. *Leptogium tremelloides* (L.) Vain.
8. *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.
9. *Menegazzia terebrata* (Hoffm.) Mass.
10. *Parmelia austrosinensis* Zahlbr.
11. *Parmelia fertilis* Müll. Arg.
12. *Parmelia reducta* Ach.
13. *Parmelia cochleata* Zahlbr.
14. *Parmelia mexicana* Gyeln.
15. *Parmelia marmorata* Nyl.
16. *Parmelia tinctorum* Nyl.
17. *Parmelia caperata* Ach.
18. *Parmelia reticulata* Tayl.
19. *Parmelia sulphurata* (Nees & Flot.) Hale
20. *Parmelia subramigera* Gyeln
21. *Parmelia squarrosa* Hale
22. *Nephroma helveticum* Ach.
23. *Nephroma resupinatum* (L.) Ach.
24. *Peltigera dolichorrhiza* (Nyl.) Nyl.
25. *Anaptychia hypoleuca* (Müll. Arg.) Mass.
26. *Anaptychia microgylla* (Kurok.) Kurok.
27. *Anaptychia palmulata* (Michx.) Vain.
28. *Physcia albicans* (Pers.) Thoms.
29. *Lobaria meridionalis* Vain.
30. *Lobaria orientalis* (Asah.) Yoshim.
31. *Sticta gracilis* (Müll. Arg.) Zahlbr.
32. *Umbilicaria esculenta* (Miyoshi) Mink.
33. *Dematocarpon miniatum* (L.) Mann.

*P. subramigera*, *Nephroma resupinatum*, *P. albicans*, *Sticta gracilis*로 8종이었으며 第3集落은 20종의 地衣植物이 이에 屬하였다 (Tabl 4).

**種의 集落**

PCA法에 의한 集落 區分과 比較하기 위하여 環境變數值를 이용하여 Euclidean距離를 利用하여 距離自乘和法으로 集落을 區分하였다.



## 考 察

本研究에서 分類된 地衣植物은 48種으로 葉狀地衣植物이 33種이었다. 分類는 Hale(1979)의 體系를 利用하였으며 分類된 地衣植物은 全北大 地衣植物 標本室(朴 1982)에 保管되어 있다.

여러가지 環境變數를 測定하여 附着植物인 地衣植物이나 蘚苔植物에 對한 環境分析은 Beals(1965), Bates(1975), McCune(1982)施行하였고 高等植物과의 境境分析은 Bray & Curtis(1957), Williams & Lambert(1960), Yarranton(1967), Feoli & Orloci(1979) 등의 研究가 있으며 computer program도 상당히 개발되어 있다(Gauch, 1981; Orloci, 1975).

PCA法은 各變數值를 標準化해서 共變量으로 固有值와 固有벡터를 算出하고 固有值를 主素(component)로 定하고 固有벡터값으로 個個要因의 影響을 해석하게 된다(Orloci, 1975; Yarranton, 1967).

또한 AOC(集中度分析法)은 集落을 定하고 集落의 鮮明度를 計算하고 種과 環境과의 關係를  $\chi^2$ 값으로 算出한 行列式에서 變量을 定하고 canonical點數를 計算하여 이를 解析한다(Feoli & Orloci, 1979).

McCune(1982)은 配列(ordination)에 대하여 PO法(polar ordination), RA法(reciprocal averaging method)와 PCA法을 比較하고 PO法(Bray & Curtis, 1957; Gauch, 1981)이 解析하기에 有利하다고 했으나 本研究에서 PCA法과 SSA法の 集落 構成要素가 비슷한 경향을 나타냄으로(Fig. 2와 3) PCA法을 이용하였으나 環境關係의 解析은 AOC法을 利用하였다.

地衣植物의 集落의 鮮明度( $S=0.05$ )로 극히 낮았으나 地衣植物의 集落到 對한 地所集落의 相關은 附着面과 樹冠의 密度와 高度에 높은 關係를 나타냈다.

集落分析의 基準은 種內 또는 種間의 어떤 값을 利用하여 區分하고 이 값이 各種이나 quadrat에 獨立的인 要素로 이용될 수 있는 가를 정해야 된다.

德裕山 地衣植物의 集落區分은 地衣植物과 地所에 對하여 8가지 환경변수를 利用하여 主素分析法과 距離自乘和法으로 集落을 區分하고 이를 다시 集中度法으로 集落의 鮮明度를 算出하여 地衣植物과 地所集落間의 關係를 canonical分析의 結果를 解析하였다.

本 研究에서 地所의 配列은 第一主素의 固有值가 106.79이고 第二主素의 固有值는 86.84, 第三主素는 固有值가 59.20으로 全變量의 81.5%였으며 種의 配列

에서는 主素 1, 2, 3에 대한 固有值가 4.21, 2.78, 2.62로 全變量의 80.2%였다.

또한 距離自乘和法에 의한 集落區分은 自乘和가 100일때 세계의 集落으로 區分할 수 있었고 第1集落에는 5종의 地衣植物이 이에 屬했고 *Anaptychia hypoleuca-Anzia*의 *ornata*의 Union으로 主素分析法의 集落과 같고 第2集落은 8종의 地衣植物로 *Anzia colpota-Parmelia marmorata* Union을 이루고 있으나 第3集落은 20여종으로 Union은 *Parmelia mexicana-Lobaria orientalis*, *Physcia albicans-Anzia japonica*, *Parmelia tinctorum-Peltigera dolichorrhiza*로 나타났다.

集落과 環境과의 關係에서 集落의 鮮明度는  $S=0.05$ 로 낮았으나 種集落과 地所集落間의 canonical相關值는 第1軸이 0.579로 地衣植物의 附着面과 樹冠密度關係가 높고 第2軸은 0.110으로 高度와 關係가 높았다.

## 摘 要

德裕山 一帶의 地衣植物分布에 對하여 8가지 環境變數를 42個 地所에서 調査하여 地衣植物의 集落을 分析하였다.

地所와 種의 配列은 主素分析法(PCA)으로 區分하였고 種의 集落은 距離自乘和法(SSA)으로 區分하였다.

또한 種과 地所間의 關係는 環境變數를 利用하여 AOC法으로 集落의 鮮明度와 canonical相關과 點數를 算出하여 比較하였다.

地衣植物 種의 集落과 地所集落間의 第1軸은 相關이 0.579로서 地衣植物과 附着面과 樹冠의 密度와 높은 關係를 나타냈으며 第2軸은 相關이 0.110으로 高度와 關係되었다. 또한 地衣植物 I, II集落과 地所의 B集落은 canonical點數가 높게 나타났다.

## 參考文獻

- Bates, J. W., 1975. A quantitative investigation of the saxicolous bryophytes & lichen vegetation of Cape Clear Island, County Cork. *J. Ecol.*, 63 : 143~162.
- Beal, E. W., 1965. Ordination of some conicolous cryptogamic communities in south central Wisconsin. *Oikos*, 16 : 1~8.
- Bray, J. R. and J. T. Curtis., 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecology Monographs*, 27 : 325~349.
- Case, J. W., 1977. Lichen on *Populus tremuloides* in west-

- rn central Alberta, Canada. *The Bryol.*, **80** : 48~70.
- Culberson, C. F., 1972. Improved condition and new data for the identification of lichen procut by a standardized TLC method. *J. Chromtgr.*, **72** : 113~125.
- Daubenmire, R., 1959. A canopy coverage method of vegetation analysis. *Northwest Science*, **33** : 43~46.
- Feoli, E. and L. Orloci, 1979. Analysis of concentration and detection of underlying factor in structure. *Vegetation*, **40** : 49~54.
- Gauch, H. G. and R. H. Whittaker, 1981. Hierarchical classification of community data. *J. Ecol.*, **69** : 537~557.
- Hale, M. E., 1979. *How to know the lichens*. 2nd ed. Wm. C. Brown Company, Dubuque, Iowa.
- Hoffman, G. R. and A. A. Boe, 1977. Ecological study of epiphytic cryptogams on *Populus deltoides* in northeastern South Dakota adjacent Minnesota. *The Bryol.*, **80** : 32~47.
- McCune, B. and J. A. Antos, 1982. Epiphyte communities of Swan Valley, Montana. *The Bryol.*, **85** : 1~12.
- McLaughlin, S. P., 1978. Overstory attributes, light, throughfall, and the interpretation of overstory-understory relationships. *Forest Sci.*, **24** : 550~553.
- Orloci, L., 1975. *Multivariate analysis in vegetation research*. Dr. W. Junk, The Hague.
- Park, S. T., 1977. *Ecological study on the lichen flora of Jeonju in Korea*. College Educ. Thesis Journal, Jeonbug N. Univ., **3** : 59~66.
- \_\_\_\_\_, 1981. Theory and practice of principal components analysis. *J. Sci. Educ.*, Jeonbug N. Univ., **6** : 39~45.
- \_\_\_\_\_, 1982. Lichens of Korea. *J. Sci. Educ.* Jeonbug N. Univ., **7** : 13~29.
- Bushforth, S. R., L. L. Clair, J. D. Brotherson and G. T. Nebeker, 1982. Lichen community. Structure in Zion National Park. *The Bryol.*, **85** : 185~192.
- Yarranton, G. A., 1967. Principal components analysis of data from saxicolous bryophyte vegetation at Steps Bridge, Devon. *Canada J. Bot.*, **45** : 249~258.
- Williams, W. T. and J. M. Lambert, 1960. Multivariate methods in plant ecology. II. The use of an electronic digital computer for association analysis. *J. Ecol.*, **48** : 689~710.

(1983年 2月 24日 接受)