

鼎湖山自然保护区森林群落的排序*

李 鸣 光

(中 山 大 学)

摘 要

本文以极排序, Swan、Dix 和 Wehrhahn 排序, 主分量分析排序和属性值经开平方变换的主分量分析排序, 研究了鼎湖山森林群落及其主要植物种在排序空间中的表现。结果表明, 四种排序方法都反映了群落变化的间断性和连续性; 并在不同程度上反映了主要种群与排序轴之间的相互关系, 其中以主分量分析为优。

鼎湖山自然保护区位于北纬 23°08', 东经 112°35', 地处南亚热带, 森林群落种类组成较复杂。本文以保护区内的三个森林群落—常绿阔叶林、针叶阔叶混交林、针叶林^[1]的取样资料为依据, 采用极排序^[2], Swan, Dix 和 Wehrhahn 排序^[2], 主分量分析排序和属性值经开平方变换的主分量分析排序^[2]研究排序方法反映群落之间和种群与轴之间的相互关系的能力。

一、方 法

在三个森林群落中各布置一个 40 × 40 m² 的大样地, 每个大样地分成 16 个 10 × 10 m² 的取样点; 此外, 在常绿阔叶林中布置两个 30 × 10 m² 的样地, 每个样地分成 3 个 10 × 10 m² 的取样点。获得 5 个取样组共 54 个 10 × 10 m² 的取样数据。各群落的代号、取样地点、取样号及取样总数见表 1。

参照 Curtis 和 McIntosh (1951) 提出的重要值 (Importance Value)^[6] 和沼田真 (1978) 提出的总优势度比 (Summed Dominance Ratio)^[3] 的概念, 考虑到以单个取样为基础的排序中各植物种之间不存在频度差异, 故以简化重要值(不包含频度的重要值)

$$IV'_i = \left(\frac{T_i}{\sum_{i=1}^m T_i} + \frac{S_i}{\sum_{i=1}^m S_i} \right) \times 100$$

* 本文在王伯荪老师指导下完成。张宏达老师、韩德聪老师提出了宝贵意见。野外工作是与陆阳、余世孝、刘雄鹰、赵平、钟晓东、慕品等共同进行的, 并得到中国科学院华南植物研究所、鼎湖山树木园及其有关同志的大力支持。中山大学计算机中心微型机实验室提供用机方便。谨致谢意。

表 1 各群落代号、取样号、取样总数及取样地点

Table 1 Community names and codes, their sample numbers, amount and plots

群落名称	群落代号	取样号	取样总数	取样地点
常绿阔叶林	1	1—16	16	一号永久样地西侧
常绿阔叶林	1a	33—35	3	庆云寺西北
常绿阔叶林	1b	36—38	3	庆云寺西西北
针叶阔叶混交林	2	17—19	16	二号永久样地下侧
针叶林(马尾松林)	3	39—54	16	三号永久样地上侧

作为第 i 个植物种在该取样中的重要性程度的指标。式中, IV'_i 为第 i 个种的简化重要值; T_i 、 S_i 分别为第 i 个种的株数和及胸面积和; $\sum_{i=1}^m T_i$ 、 $\sum_{i=1}^m S_i$ 分别为所有种 (m 个)的株数和及胸面积和。 IV'_i 取值范围是 0—200。

取样间距离以

$$ID_{jk} = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^m (\min IV'_{ij}, IV'_{ik})}{200} \right) \times 100$$

计算。式中, ID_{jk} 为取样 j 与取样 k 的距离; IV'_{ij} 和 IV'_{ik} 分别为第 i 个种在取样 j 和取样 k 的简化重要值; m 为两取样中所有植物种数; $\sum_{i=1}^m (\min IV'_{ij}, IV'_{ik})$ 为两取样中所有种的较小简化重要值之和。 ID_{jk} 的取值范围是 0—100。

极排序以 Bray 和 Curtis^[1] (1957) 的方法^[2]为基础, 但各取样在排序中的位置以 Beals (1960) 引入的几何计算法^[4]来代替。并以一对取样作为轴的参考端点。

Swan, Dix 和 Wehrhahn (1969) 排序^[7]则以取样间距离 (ID) 值代替原方法中的欧氏距离。

主分量分析排序依据阳含熙等 (1981) 介绍的主分量分析^[2]来计算, 其属性值采用简化重要值。

属性值经开平方变换的主分量分析是以各植物种的简化重要值的平方根作为属性值的主分量分析。

二、结 果

各植物种在五组取样的重要值中, 有 10 个至少在其中一组取样中大于 20, 作为研究植物种 IV' 值与各轴之间的关系时的主要植物种。十个主要植物种在各取样的分布及其简化重要值见表 2。

极排序中, 由于有 301 个取样间距离为 100, 且都满足成为第一轴两参考端点的条件, 因此采用了 Swan, Dix 和 Wehrhahn 排序中选择端点的方法, 确定取样 1、45 分别为 X 轴的两参考端点。Y 轴、Z 轴仍以极排序法选择参考端点。取样 24、36 分别为 Y 轴的两参考端点; 取样 7、33 分别为 Z 轴两参考端点。排序结果绘成图 1a、b。10 个主要植物种的分布中心见图 2。

表2 十个主要植物种在各取样的分布和简化重要值 (IV')

Table 2 Distribution and simplified importance value of ten species in each sample (IV')

取样号	铜罗桂	生虫树	云南 大沙叶	椎	马尾松	木荷	豺皮樟	陈氏钓樟	红车	肖蒲桃
1	17.89	24.29	7.56	68.85		19.64		9.30	3.06	2.96
2	35.03	63.85	9.38			4.73		23.98		
3	27.24	75.23	27.55	2.75		2.21		24.09	7.68	
4	10.66	37.02	8.92	34.45		5.75		29.02	9.67	
5	19.83	110.03	3.21					9.71	3.05	3.15
6	22.38	87.85	14.69					20.70	1.98	
7	31.05	75.91	23.04							
8	20.79	23.45	82.12	1.30		6.82		14.36	2.59	1.36
9	8.59	103.91	8.82					25.88	1.59	1.82
10	14.45	45.74	2.33	76.39						
11	31.75	83.49	29.92					2.98	9.50	
12	65.16	53.73	14.41	11.98					9.49	
13	16.25	33.67	4.20	85.03		6.30		1.95	1.90	
14	8.78	30.51	5.68	89.33				1.20	5.26	3.19
15	18.29	86.70	11.35						7.81	1.44
16	8.52	29.67	15.41	79.25		4.87		2.88	2.20	2.22
17		5.19			66.56	35.81	34.43	3.51		
18		1.74		10.31	109.74	9.18	22.91			
19		2.15			85.18	15.27	54.00			
20					62.07	38.74	33.07			
21		3.03		28.80	79.69	6.55	43.62			
22		1.93		10.96	82.74	20.46	34.09			
23				18.23	110.92	12.28	32.94			
24				29.77	28.04	50.98	57.02		2.28	
25		2.14		13.16	91.92	19.82	35.43			
26		2.67		5.35	99.80	18.53	18.85			
27		10.48			83.92	37.51	6.79			
28		2.23		6.23	97.22	53.46				
29		1.97		12.30	70.89	48.02	19.90			
30				41.50	61.88	18.95	41.86			
31		3.59		69.49	49.66	36.67				
32				22.33	82.00	24.29				
33	13.25	26.28	8.20	17.62		14.73		1.70	28.00	47.99
34	13.19	18.25	3.52	87.96				3.57	16.15	7.04
35	28.20	16.73	4.48			30.18	1.37	7.76	15.96	18.81
36	18.70	20.45	18.83					45.83	6.03	10.53
37	10.09	23.42	28.20	88.32					10.24	
38	11.92	35.76	24.55	51.67				17.65	4.66	12.97
39					200.00					
40					163.72	36.28				
41					200.00					
42					138.70	36.75				
43					200.00					
44					188.26	11.74				
45					179.23	20.77				
46					200.00					

表 2 (续)

取样号	铜罗桂	生虫树	云南大沙叶	椎	马尾松	木荷	豺皮樟	陈氏钓樟	红车	肖蒲桃
47					174.94	25.06				
48					200.00					
49					200.00					
50					200.00					
51					159.86					
52					174.01	16.94				
53					200.00					
54					119.35	80.65				

Swan、Dix 和 Wehrhahn 排序以取样 1、45 为 X 轴的两参考端点;取样 39 和 44 分别为 Y 轴和 Z 轴的参考端点。排序结果绘成图 3a、b。10 个主要植物种的分布中心见图 4。

主分量分析排序以在五组取样中至少出现一个重要值大于 10 的 19 个植物种的简化重要值为排序属性。排序在前三维空间的结果绘成图 5a、b。10 个主要植物种的分布中

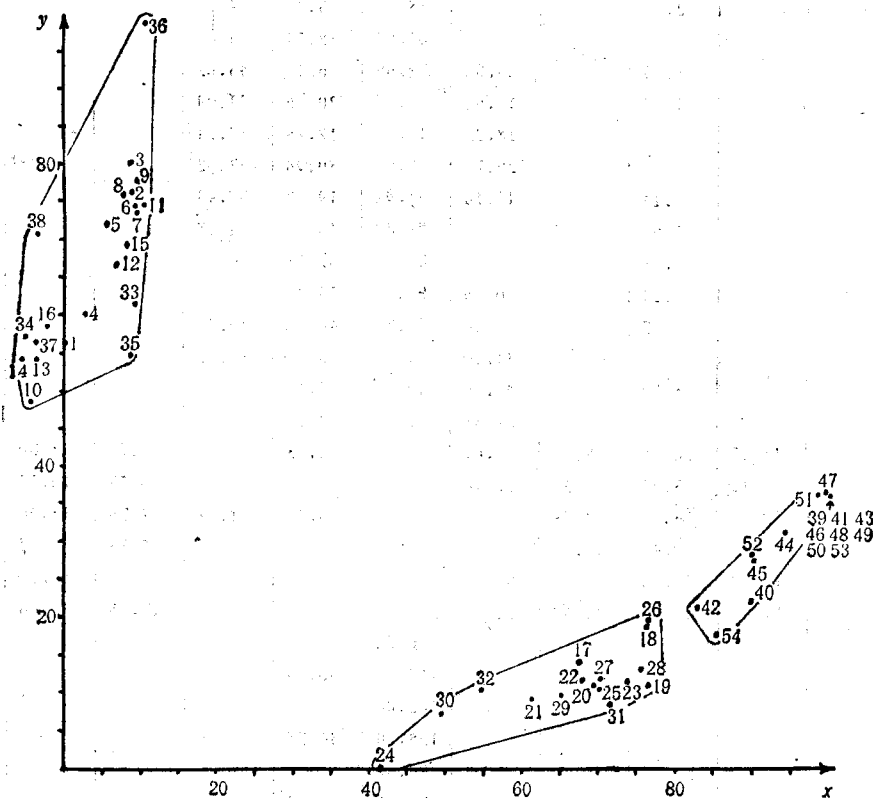


图 1a 极排序, XY 平面

Fig. 1a Polar ordination, XY plane

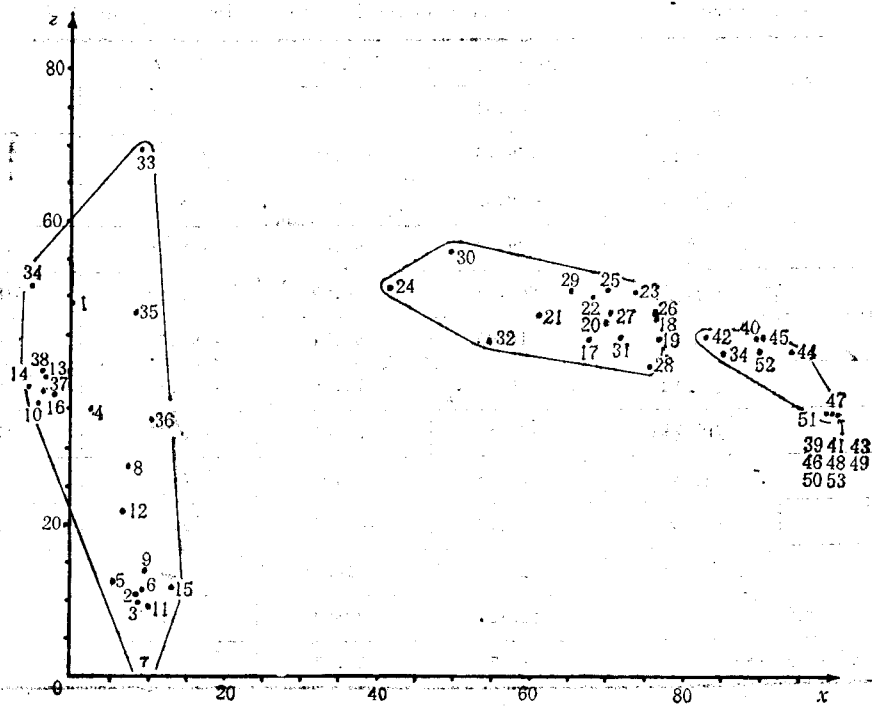


图 1b 极排序, XZ 平面

Fig. 1b Polar ordination, XZ plane

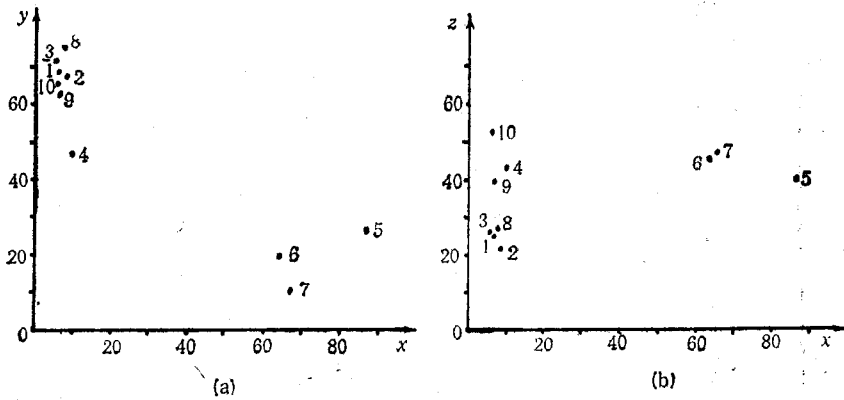


图 2 极排序, 植物种中心图

(a) XY 平面 (b) XZ 平面

Fig. 2 Polar ordination, species central points

(a) XY plane (b) XZ plane

- 1 铜罗桂 2 生虫树 3 云南大沙叶 4 椎 5 马尾松 6 木荷 7 豺皮樟 8 陈氏钓樟
9 红车 10 肖蒲桃

(注: 图 4、6 中各植物种代号与此相同)

心见图 6。各属性对前三个分量的负荷量见表 3。

属性值经开平方变换的主分量分析排序仍以上述 19 个植物种的 IV' 值为排序属

表 3 10 个主要植物种 IV' 值在主分量分析排序中对前三个分量的负荷量

Table 3 Loading of the main species on the first three dimensions of PCA

种号	种名	第一分量	第二分量	第三分量	h^2
1	铜罗桂	-63.81	42.84	3.70	5921
2	生虫树	-159.73	147.80	-1.88	47362
3	云南大沙叶	-49.57	28.87	3.32	3302
4	椎	-99.62	-95.82	148.36	41116
5	马尾松	562.27	36.99	29.69	318397
6	木荷	10.05	-86.71	-90.51	15812
7	豺皮樟	6.41	-74.96	-58.45	9076
8	陈氏钓樟	-33.53	25.06	-6.45	1794
9	红车	-20.18	1.04	6.11	446
10	肖蒲桃	-14.73	-2.40	2.05	227
	其他 9 个种	略	略	略	略
特征根		361788	49853	36163	
信息百分比(%)		73.79	10.17	7.38	

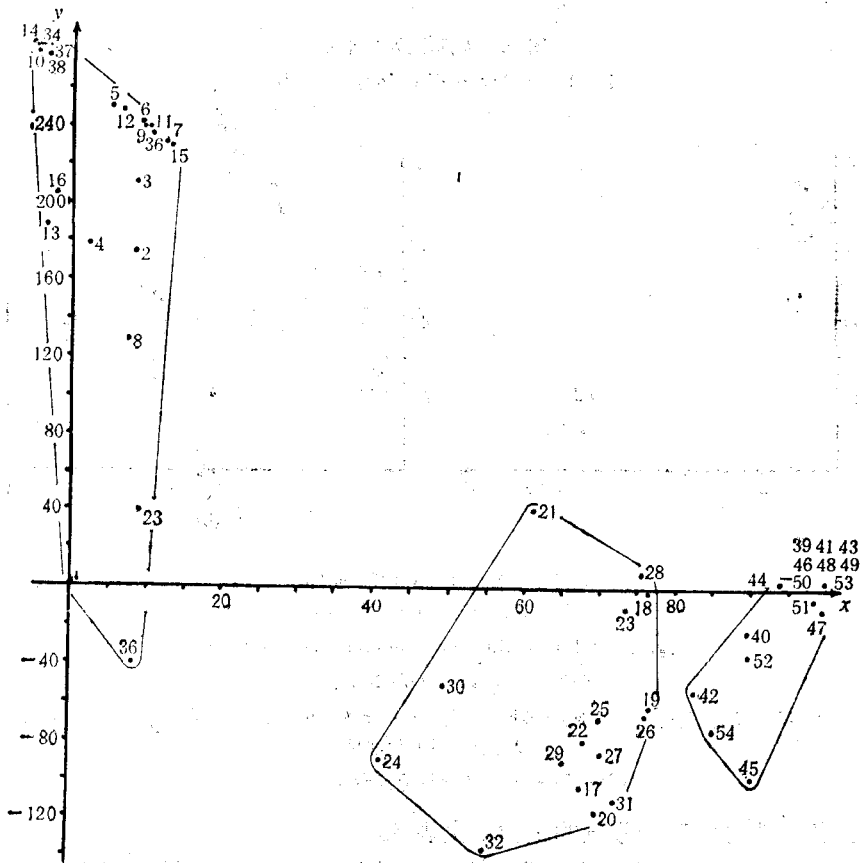


图 3a Swan, Dix 和 Wehrhahn 排序, XY 平面

Fig. 3a Swan, Dix and Wehrhahn Ordination, XY plane

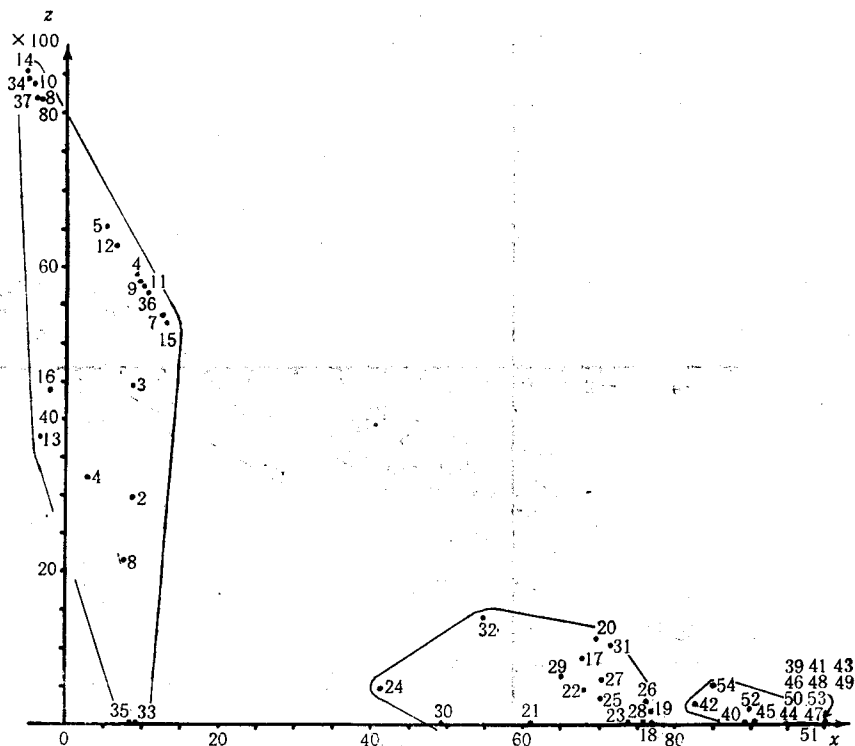


图 3b Swan, Dix 和 Wehrhahn 排序 XZ 平面
Fig. 3b Swan, Dix and Wehrhahn Ordination XZ plane

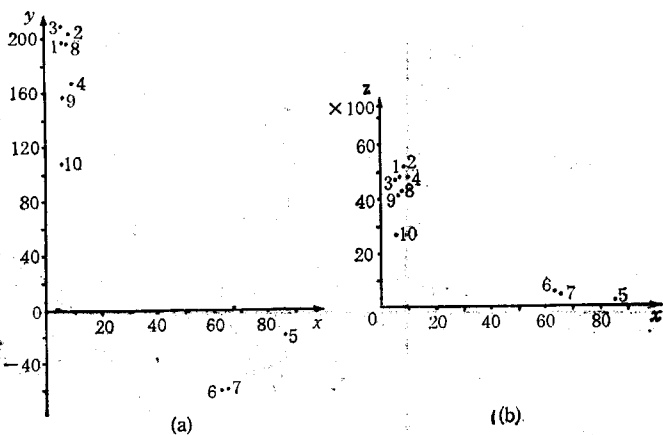


图 4 Swan, Dix 和 Wehrhahn 排序, 植物种中心图
(a) XY 平面 (b) XZ 平面

Fig. 4 Swan, Dix and Wehrhahn Ordination, species central points
(a) XY plane (b) XZ plane

性。排序在前三维空间的结果与图 5a、b 相似。十个主要植物种的分布中心与图 6 相似。各属性对前三个分量的负荷量见表 4。

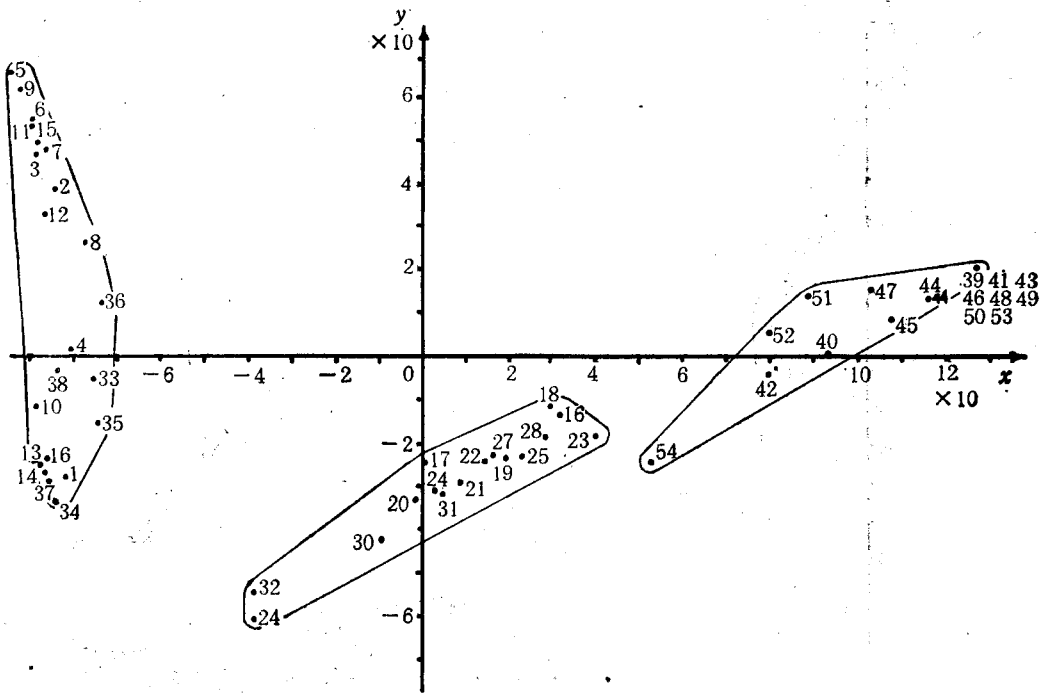


图 5a 主分量分析排序 XY 平面
Fig. 5a PCA Ordination XY plane

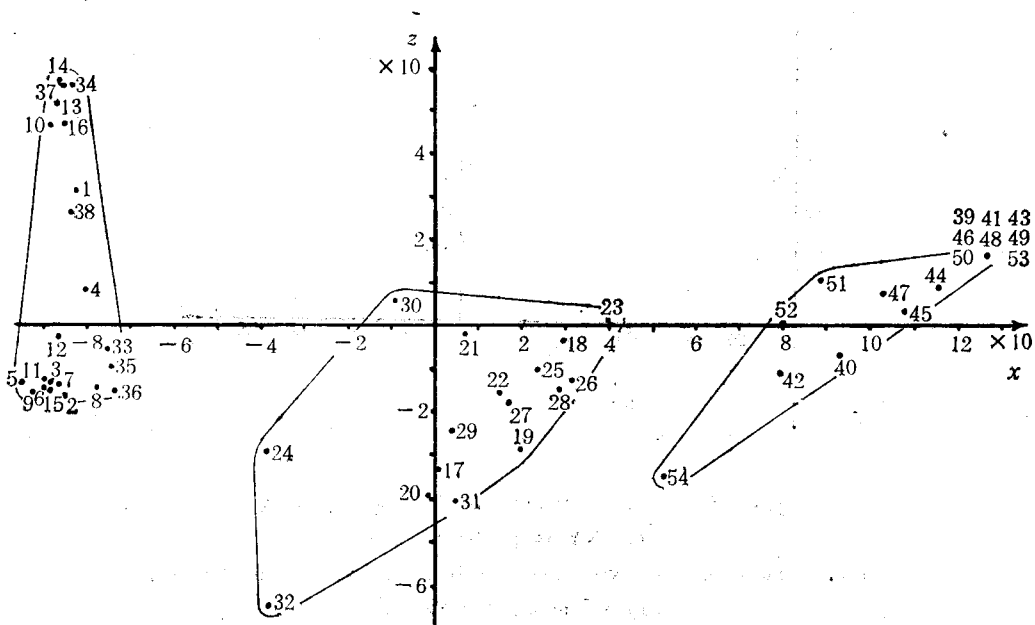


图 5b 主分量分析排序, XZ 平面
Fig. 5b PCA Ordination, XZ plane

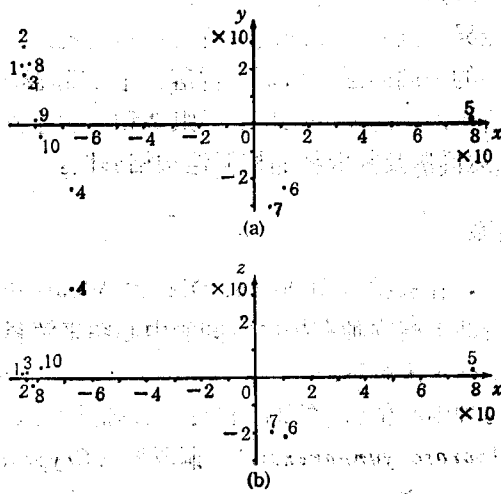


图6 主分量分析排序, 植物种中心图

(a) XY 平面 (b) XZ 平面

Fig. 6 PCA Ordination, species central points

表4 十个主要植物种 IV' 值在属性值经开平方变换的主分量分析排序中对前三个分量的负荷量

Table 4. Loading of the ten main species on the first three dimensions of PCA of square root reversion

种号	种名	第一分量	第二分量	第三分量	h^2
1	铜罗桂	-15.59	-3.48	-1.26	256.79
2	生虫树	-22.02	-4.18	-4.85	570.79
3	云南大沙叶	-13.08	-3.15	-1.33	182.82
4	椎	-11.19	12.45	16.81	562.81
5	马尾松	41.67	-7.45	3.28	1802.69
6	荷树	-8.35	13.66	-6.77	302.03
7	豺皮樟	7.23	15.57	-5.05	320.09
8	陈氏钓樟	-9.19	-2.53	-5.05	101.72
9	红车	-7.62	0.28	0.99	59.10
10	肖蒲桃	-4.87	0.12	1.23	25.21
	其他9个种	略	略	略	略
特征根		3317.30	811.59	448.22	
信息百分比		60.81	14.88	8.95	

三、讨 论

(一) 群落的取样排序

在四种排序图中, 分别根据三个群落在前三维空间中的位置划分出它们的大致空间

范围(图 1a、b, 3a、b, 5a、b,)。三个群落在四种排序空间的间断都很清楚, 明显反映了群落间真实存在的显著差异。同时, 取之同一群落但不同地点的取样组 1、1a 和 1b, 在排序空间中聚集在第一轴的一端而远离另两个群落。在实际群落中, 取样组 1、1a 和 1b 的各植物种的个体数及植株大小的差异比与取样组 2 和 3 的差异小得多(参看表 2)。因此, 四种排序都能很好表达群落及其取样的相似性和相异性。

(二) 种群与轴的关系

种群与轴之间的关系, 在极排序和 Swan, Dix 和 Wehrhahn 排序中与参考端点的性质密切相关。同时可借助于植物种在排序空间的中心图来解释; 在两种主分量分析中则主要从各属性对轴的负荷量来解释。

从极排序的主要植物种中心位置(图 2)可见: X 轴近原点端为陈氏钓樟 (*Lindera chunii*)、云南大沙叶 (*Aporosa yunnanensis*)、铜罗桂 (*Cryptocarya chinensis*)、生虫树 (*Cryptocarya concinna*)、肖蒲桃 (*Acmena acuminatissima*)、红车 (*Syzygium rehderianum*) 和椎 (*Castanopsis chinensis*), 正远端为马尾松 (*Pinus massoniana*); 而 X 轴是以取样 1、45 为两个参考端点, 取样 1 的主要优势种为椎, 其 $IV' = 68.85$ (参阅表 2。下同)较大, 取样 45 仅由两个植物种组成, 其中马尾松 $IV' = 179.23$ 很大。因此, X 轴与椎 IV' 递减、马尾松 IV' 递增梯度相一致。与此相似, 由于 Y 轴是以取样 24、36 为两参考端点, 取样 24 的优势种豺皮樟 (*Litsea rotundifolia* var. *oblongifolia*) $IV' = 57.02$ 较大, 取样 36 的主要优势种陈氏钓樟 $IV' = 45.83$ 也较大, 而豺皮樟与陈氏钓樟分别位于 Y 轴两端, 因此 Y 轴与豺皮樟 IV' 值递减、陈氏钓樟 IV' 递增梯度相一致。Z 轴以取样 7、33 为两参考端点, 取样 7 的主要优势种生虫树 $IV' = 75.91$ 较大, 取样 33 的主要优势种肖蒲桃 $IV' = 47.99$ 也较大, 而生虫树与肖蒲桃分别位于 Z 轴的两端, 因此 Z 轴与生虫树 IV' 递减、肖蒲桃 IV' 递增梯度一致。

Swan, Dix 和 Wehrhahn 排序第一轴与极排序第一轴相同。Y 轴以仅有马尾松一种的取样 39 为参考端点。取样位于 Y 轴近原点处。由此可知近原点处是马尾松高 IV' 区域, 但 Y 轴与其他植物种的关系并不清楚。同样, Z 轴与各植物种的关系中仅知近原点处为马尾松高 IV' 区域。

主分量分析排序中, 植物种 IV' 与轴之间有明确的数量关系(见表 3): 对 X 轴影响最大的是马尾松、生虫树等; 对 Y 轴影响最大的是生虫树、椎、荷树、豺皮樟等; 对 Z 轴影响最大的是椎、荷树等。从植物种中心图(图 6)可见: 马尾松、生虫树的中心分别位于 X 轴两端, 因而 X 轴主要与生虫树的 IV' 递减、马尾松 IV' 递增梯度相一致; 生虫树与椎、荷树、豺皮樟分别位于 Y 轴两端, 因而 Y 轴主要与椎、荷树、豺皮樟 IV' 递减、生虫树 IV' 递增梯度相一致; 椎、荷树分别位于 Z 轴两端, 因而 Z 轴主要与荷树 IV' 递减, 椎 IV' 递增梯度相一致。

属性值经开平方变换的主分量分析排序中, 植物种 IV' 与轴之间同样有明确的数量关系(见表 4), 且种群与轴的相互关系与在主分量分析排序中的相互关系相似。

因此, 从排序的结果可以引出轴所隐含的群落学意义。然而, 上述四种方法中, 以两种形式的主分量分析排序较易于得出明确的解释。两者中, 又以主分量分析排序为优: 其一维、前二维及前三维的信息量都高于属性值经开平方变换主分量分析相应的信息量(表

四、结 论

1. 极排序, Swan, Dix 和 Wehrhahn 排序, 主分量分析排序, 属性值经开平方变换的主分量分析排序都能很好地将鼎湖山常绿阔叶林、针阔叶混交林和针叶林的取样区分开来。而将同一群落的各取样聚集在一起, 说明上述四种排序方法都能反映三种群落间变化的间断性和群落内的同质性。

2. 主分量分析排序和属性值经开平方变换的主分量分析排序能最明确地解释植物种 IV' 与轴之间的关系。

3. 主分量分析排序优于属性值经开平方变换的主分量分析排序, 表现在第一维及前三维信息量高于属性值经开平方变换的主分量分析排序。

参 考 文 献

- [1] 王铸豪、何道泉等, 1982: 鼎湖山自然保护区的植被。热带亚热带森林生态系统研究, 第1集, 77—141页。
- [2] 阳含熙、卢泽愚, 1983: 植物生态学的数量分类方法。科学出版社。
- [3] 沼田真, 1978: 植物の生態の觀察と研究。东海大学出版社。
- [4] Beals, E., 1960: Forest bird communities in the Apostle islands of Wisconsin. *Wilson Bulletin*, 72: 156—181.
- [5] Bray, J. R. and J. T. Curtis, 1957: An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27(4): 325—349.
- [6] Curtis, J. T. and R. P. McIntosh, 1951: An uplands forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32: 476—496.
- [7] Swan, J. M. A., R. L. Dix and C. F. Wehrhahn, 1962: An ordination technique based on the best possible standdefined axes and its application to vegetational analysis. *Ecology*, 50(2): 206—212.

ORDINATION OF THE FOREST COMMUNITIES OF DINGHU SHAN BIOSPHERE RESERVE GUANGDONG PROVINCE

Li Mingguang

(Zhongshan University)

Abstract

This paper studies the outcome of the forest communities and their dominant species in the spaces of Polar Ordination, Swan, Dix and Wehrhahn Ordination, Principal Components Analysis and Principle Components Analysis of square root reversion. The results suggest that all of these ordinations can reflex the discontinuity and continuity of the communities. and the relationship between dominant species and ordination axes to some extent. However, Principle Component Analysis is the best one.