

云南西畴县草果山常绿阔叶林的 数量分类研究*

党承林 姜汉侨

(云南大学生态植物学研究室)

一、引言

在植物生态学中,植物群落数量分类的研究始于50年代。Goodall(1953)首次把数量分类方法引入植物生态学的研究中。以后,Williams和Lambert(1959、1960、1961)作了大量的工作。Greig-Smith于1957年出版了专著《定量植物生态学》(1964年增订再版),系统介绍了植物生态学中数量分类的原理和方法。到了60年代,由于高速电子计算机在各学科研究工作中的广泛运用,极大地促进了植物群落数量分类的发展。在这一时期,植物群落数量分类的研究十分活跃,发表了大量有关论文。从此植被研究就由传统的定性描述进入定量研究的阶段。数量分类之所以受到越来越多的生态学家的重视,首先在于它对植物群落的分类客观可靠,并能给予定量的解释;同时,应用电子计算机能迅速处理大批的植被调查资料,把生态学家从繁琐费时的工作中解脱出来,显著地提高了植被研究的效率。在我国,植物群落数量分类的研究起步较晚。近两年来,阳含熙教授等先后发表了三篇论文(阳含熙等, 1979、1980),对六个常用的数量分类方法作了详细的介绍,并以某些温带植被类型为例加以处理。

云南地处我国西南,自然条件复杂多样,植物种类极其丰富,以热带、亚热带常绿阔叶森林为主的植被类型,结构复杂,种类繁多。自六十年代初期开始,云南地植物学工作者采用了法国-瑞士学派植物社会学方法以研究云南植被,自滇西北、滇中至滇东南进行了系统的调查研究,并对调查的植被资料进行分类。如果说初期的研究目的是为了探索一种适用于云南植被的研究方法,那末,迄今为止,用新的方法来检验这一系统的适用程度就很有必要了。本文的目的正在于此。以及,以往对热带、亚热带常绿阔叶森林的数量分类研究尚不多见,也需要通过实践以确定某些适用的方法。为此,本文选用云南亚热带东南部季风常绿阔叶林的一个类型进行数量分类,并与法国-瑞士学派方法的分类结果作比较。

二、植被概况

本文采用的植被资料是云南东南部季风常绿阔叶林的假吴茱萸叶五加、水仙石栎群丛

* 本项工作得到云南大学数学系田志良和孙文爽老师的大力帮助,本室金振洲和区普定老师提了不少宝贵建议,特致谢意。全文完成后,承蒙阳含熙、周纪伦两位教授审阅,谨致谢意。

(*Acanthopanax-Lithocarpum naiadarum*)。这一群丛分布于文山壮族、苗族自治州西畴县境内的草果山,约当北纬 $23^{\circ}5' - 30'$,东经 $104^{\circ}30' - 105^{\circ}11'$,正处于云南亚热带南部。分布地主要受东南季风影响,气候暖热、湿润。年平均温度 15.7°C ,年降雨量1162.8毫米,相对湿度82%。

草果山山体狭长,东西走向,高度自西向东略为下降,全长约70公里,宽10—50公里,一般海拔1,300—1,800米。草果山上部地形起伏较为平缓,相对高差8—10米的小丘沿山脊起伏伸延,每个小丘的面积约100—500平方米,两丘之间相距30—50米。在海拔1,650—1,700米,相对高差500米左右的草果山上,尚保存有成片的常绿阔叶林,其中尤以小桥沟、法斗、南昌等地最好。因为这一类型的分布已达云南亚热带的南部边缘,因而群落结构复杂,种类成分众多。紧接森林下沿,海拔1,450—1,700米,大多已种植草果且有较长历史,本山因此而得名。往下,1,400—1,500米的山谷与山坡下部台地,均为耕地及经常遭受砍伐的萌生灌丛,阳性次生灌丛和草地。土壤为山地黄色砖红壤性红壤,表层腐殖质含量高,土层深厚。在群丛分布区四周,均为种类组成完全不同的石灰岩常绿阔叶林或次生灌丛。

1964年,运用法国-瑞士学派植物社会学方法,按种类组成、群落结构和生境一致的选样标准,在这一森林类型中调查了14个样地,样地面积均为400平方米。其中1—3号样地,在小桥沟,4—11号样地在法斗,金竹冲一带,12—14号在南昌的老马梁子,顺草果山自西向东分布。通过与这一地区其它群落类型的对比分析,确定这14个样地均属于同一群丛。在该群丛内又可分为两个亚群丛:水青岗亚群丛(包括1—11号等11个样地)和江南短肠蕨亚群丛(包括12—14号等3个样地)(表1)。因为本群丛处于石灰岩植被的包围之中,二者间区别十分明显,用手排表法确定的这一群丛被认为是比较成功的。本文就这一资料进行植物群落数量分类的探讨。

三、方 法

在本项工作中,我们采用的方法是排表比较法(Tabular comparison)(Mueller-Dombois等,1974)、Q-型主分量分析(Q-type principal component analysis)(阳含熙等,1979;Noy-Meir等,1970;Orloci, 1966)、极点排序法(polar ordination)(考克斯,1980;Gauch, 1973;Greig-Smith, 1964;Mueller-Dombois等,1974;Swan等,1966)、Q-型聚类分析(Q-type cluster analysis)(Mueller-Dombois等,1974;Pritchard等,1971;Yarranton等,1972)和相互平均法(Reciprocal averaging)(阳含熙等,1980;Hill, 1973;Gauch等,1977)等五种类别和排序方法。

排表比较法采用Spatz(1970)修改的Jaccard相似系数:

$$IS_{sp} = \frac{\Sigma(M_w + M_g)}{a + b + c} \times \frac{M_c}{M_a + M_b + M_c} \times 100$$

式中 IS_{sp} : Spatz修改的Jaccard相似系数, M_w : 样地A和B的共有种的一个较小数量值, M_g : 样地A和B的共有种的一个较大数量值, a : 只出现在样地A中的种数; b : 只出现在样地B中的种数, c : 样地A和B的共有种的种数; M_c : 样地A和B的共有种的数量值总和; M_a : 样地A中独有種的数量值总和, M_b : 样地B中独有種的数量值总和。

Q-型主分量分析和Q-型聚类分析用夹角余弦相似系数计算,公式如下:

$$R_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^P (X_{ij})(X_{ik})}{\sqrt{\sum_{i=1}^P (X_{ij})^2 \sum_{i=1}^P (X_{ik})^2}}$$

式中, $j, k=1, 2, \dots, N$ 为被比较的两个样地, N 为样地总数, $P=1, 2, \dots$ 为种数, X 为种的数量值。

极点排序法用 Sørensen 相似系数计算, 公式如下:

$$IS = \frac{200 \sum_{i=1}^P \min(X_i, Y_i)}{\sum_{i=1}^P (X_i + Y_i)}$$

式中 x_i 和 y_i 分别代表第 i 种在 x 和 y 样地中的数量值, $P=1, 2, \dots$ 为种数。

种的数量数据使用 Braun-Blanquet 盖度平均百分数 (Mean cover percentae): 5=87.5%, 4=62.5%, 3=37.5%, 2=15%, 1=2.5%, + = 0.1%。本文中的所有计算, 除极点排序法使用国产 DJS-130 计算机 (32K) 外, 其余各法都使用 C. M. Technologies 微处理机 (32K)。

四、结果的分析 and 讨论

文中所使用的五种分类和排序方法, 各从不同的角度反映了这一群丛各地段植被间的关系, 基本上是成功的。以下按所使用的方法逐一加以分析。

1. 排表比较法

排表比较法是类似 Braun-Blanquet 手排表法的一种分类方法。应用这一方法, 可以把同一类型的各样地记录 (Relevé) 一次成表。排表比较法是以区别种组划分群落类型的。在本文中, 按以下标准挑选区别种:

类型 I 区别种——出现于某群落类型内的种存在度*百分数等于或大于 50%, 在该群落类型之外的种存在度百分数小于 10%。

类型 II 区别种——出现于某群落类型内的种存在度百分数等于或大于 50%, 在该群落类型之外的和存在度百分数小于 20%。

需要说明的是, 这里所说的群落类型没有分类等级的意义, 它可以是区分群丛以上或以下的单位。

表 2 是电子计算机打印的群落类型区别种表。由表 2 可见, 用排表比较法划分的群落类型 1 和 2 分别与用手排表法划分的水青岗亚群丛和江南短肠蕨亚群丛吻合。

排表比较法的样地序列是基于所有植物种类的相似性, 因此能客观地反映出样地的序列变化, 而手排表法则因视觉误差, 特别对种类丰富多样的类型, 就很难全面地反映出这种变化。例如, 按手排表法, 1、2 号和 10、11 号样地分别列于表 1 的第一、二列和第 10、11 列, 而排表比较法的 1—2 号和 10—11 号样地的位置恰恰相反 (见表 2)。其次, 用排表比较法挑选区别种比手排表法准确得多。例如在表 2 上, 表首的 24—85 号等 22 个种是 1—11 号样地的类型 I 区别种, 用手排表法只找出了其中的 13 个, 尚有 9 个种 (2、133、6、120、9、122、10、11、85 号) 被漏选。紧接其后的 13—103 号等 13 个种是 12—14 号样地的区别种, 其中类型 I 区别种 10 个, 类型 II 区别种 3 个 ((13、143、101 号), 漏选了 8 个种 (129、13、101、140、105、144、

* 原调查资料均使用 400 平方米的样地, 因此这里所指的存在度实际上就是恒有度。

表 1 假吴茱萸叶五加、水仙石栎 (*Acanthopanax-Lithocarpetum naiadarum*) 群丛表

群丛样地编号						存在度														
海拔 (米)						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
坡 度						39	12	28	32	42	28	25	27	47	32	44	25	34	32	
坡 向 (度)						NW	NW	山顶	SE	NW	SE	SE	SE	NW	SE	SW	SW	SE	NE	
群 落 高 (米)						80	40		80	55	35	25	10	75	80	65	15	30	10	
样 地 面 积 (平方米)						28	23	25	24	28	22	22	28	30	24	28	25	28	24	
种号 中 名 学 名						400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	
盖度——多度																				
群丛地方性特征种 (32种)																				
1	小花山茶	<i>Camellia forrestii?</i>	+	•	1	+	•	+	+	+	+	+	+	+	3	•	•	•	+	IV
2	假克菜莉	<i>Parakmeria yunnanensis</i>	1	+	•	2	1	•	+	•	1	2	+	2	+	+	•	•	•	IV
3	粗榧楠	<i>Betischmidia robusta</i>	1	+	•	+	•	+	+	+	+	+	+	+	•	1	•	+	•	IV
4	黄 藤	<i>Calamus sp.</i>	•	1	1	1	+	+	+	+	+	+	•	•	•	•	1	+	+	IV
5	滇八角	<i>Illicium yunnanensis?</i>	+	+	•	+	•	+	+	+	+	+	•	+	+	•	•	+	•	IV
6	毛枝腺叶野樱	<i>Prunus phaeosticta</i> var. <i>lasioclada</i>	+	•	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	•	•	•	•	III
7	大碗青岗	<i>Quercus chapensis</i>	3	•	+	•	+	•	+	•	•	•	•	+	+	•	+	+	2	III
8	福建假卫茅	<i>Microtropis fukienensis</i>	+	•	•	+	•	•	+	•	+	+	•	+	+	•	•	+	•	III
9	弯尾卫茅	<i>Erionymus forbesianus</i>	•	+	•	+	•	+	+	+	+	+	1	•	•	+	•	•	•	III
10	横蒴苣苔	<i>Beccarinda tonkinensis</i>	•	•	•	+	+	+	+	+	+	•	•	+	+	+	•	•	•	III
11	红线蕨	<i>Diacalpe aspidioides</i>	•	•	•	+	•	•	+	•	+	+	+	+	+	•	•	•	•	III
12	南亚枇杷	<i>Eriobotrya bengalensis</i>	•	•	+	•	•	+	+	+	+	+	+	•	•	•	1	+	+	III
13	凹唇姜	<i>Boesenbergia fallax?</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	•	•	+	+	+	+	+	II
14	光叶铁仔	<i>Myrsine stolonifera</i>	•	•	•	+	+	•	+	+	•	•	+	+	•	+	•	•	•	II
15	小果假卫茅	<i>Microtropis sp.</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	+	•	+	•	•	•	II
16	拟花黄龙藤	<i>Embelia polygodioides</i>	•	•	•	•	+	+	+	•	+	•	+	•	+	+	•	•	•	II
17	石笔木	<i>Tutcheria spectabilis</i>	•	•	•	+	•	•	•	•	•	•	+	+	•	1	•	•	•	II
18	毛 竹		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	•	•	•	•	II
19	硬毛杜鹃	<i>Rhododendron sp.</i>	•	•	+	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	•	•	•	•	II
20	野 姜	<i>Zingiber striolatum</i>	•	•	•	•	•	•	+	•	•	•	+	+	•	•	+	+	•	II

表 1-1 续 1

21	多花含笑	<i>Michelia floribunda</i>	• 3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
----	------	----------------------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

表 1-续 2

48	光叶长尾冬青 <i>Ilex longicaudata</i> var. <i>glabra</i>	.	.	.	.	.	1	+	1	.	.	+	.	.	.	.	I I
49	香芙木 <i>Schoepfia fragrans</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I I
50	毛木荷 <i>Schinus villosa</i>	.	3	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	I I
51	双盖蕨 <i>Diplazium fluviale</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I I
52	毛鸡矢藤 <i>Paecleria scandens</i> var. <i>tomentosa</i>	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	I I
53	鞋叶马兜铃 <i>Aristolochia calceola</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I I
54	马蹄参 <i>Diptopanax stachyanthus</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	I
55	假吴黄叶五加 <i>Acanthopanax pseudovodaeifolius</i>	3	3	4	1	2	3	2	2	1	1	1	+	3	3	3	V
56	刺竹 <i>Chimonobambusa</i> sp.	3	4	3	2	3	3	2	2	1	2	1	2	+	3	2	V
57	滇粤山胡椒 <i>Lindera metcalfeana</i>	1	1	1	1	1	+	+	2	1	1	+	+	+	+	+	V
58	杯状栲 <i>Castanopsis calathiformis</i>	1	+	.	3	+	3	2	+	+	+	+	+	+	+	+	V
59	大合欢 <i>Albizia turgida</i>	+	.	+	+	+	+	+	1	1	1	+	+	+	+	+	V
60	西南三角瓣花 <i>Prismatomeris henryi</i>	+	.	+	1	+	+	+	+	1	+	+	.	+	+	+	V
61	红毛木莲 <i>Manglitia rufibarata</i>	+	+	+	+	2	2	+	1	1	1	1	.	+	1	+	V
62	三峡槭 <i>Acer wilsonii</i>	.	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	.	1	1	V
63	厚轴栲 <i>Castanopsis Pachyrrhis</i>	.	.	.	+	1	1	+	1	+	+	+	+	1	+	1	IV
64	华鼠刺 <i>Itea chinensis</i>	+	.	+	2	+	.	+	2	+	+	+	.	.	1	+	IV
65	毛果柃 <i>Eurya trichocarpa</i>	+	+	.	+	.	.	.	+	+	+	.	+	+	+	1	IV
66	东方古柯 <i>Erythroxylum kunthianum</i>	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV
67	毛枝灰木 <i>Symplocos groffii</i>	.	.	.	.	+	+	.	+	+	+	.	+	+	+	+	IV
68	长叶木姜子 <i>Litsea elongata</i> var.	+	+	.	.	.	+	+	+	+	.	+	+	.	+	+	IV
69	石葶 <i>Pyrrosia lingua</i>	+	+	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	+	IV
70	华南兰果树 <i>Nyssa javanica</i>	1	3	3	3	.	3	3	.	+	.	.	.	.	+	+	IV
71	具腺山矾 <i>Symplocos glandulifera</i>	+	+	+	+	.	1	.	+	+	+	+	.	.	.	+	IV
72	尾叶糙掌柴 <i>Schefflera producta</i>	+	.	.	+	+	+	+	+	.	.	+	+	+	+	.	IV
73	罗浮栲 <i>Castanopsis fabrii</i>	+	.	.	+	.	3	1	.	.	+	.	.	+	+	+	I I
74	异叶榕 <i>Ficus heteromorpha</i>	.	.	.	.	.	1	+	+	.	.	+	.	+	+	+	I I
75	长叶石栎 <i>Lithocarpus</i> sp. 1	.	.	.	+	.	.	+	1	+	.	.	+	.	+	+	I I
76	秀丽猴欢喜 <i>Sloanea elegans</i>	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	+	I I
77	毛白栎 <i>Lithocarpus dealbatus</i> var.	2	+	1	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	I I

[illegible]

表 1—续 5

138	假蘇羽短腸蕨 <i>Allantodia petrii</i>	•	•	•	+	+	•	+	•	•	•	+	•	I	I
139	剛毛西佛木 <i>Cyphotheca hispida</i>	1	+	•	•	•	•	•	+	•	•	•	•	I	I
140	滇琼楠 <i>Beilschmiedia yunnanensis</i>	1	•	•	1	1	•	•	•	•	•	•	•	I	I
141	单花玉竹 <i>Polygonatum uniflora</i>	•	+	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	I	I
142	多脉四照花 <i>Dendrobenthamia multinervosa</i>	•	+	•	+	•	•	+	•	•	•	•	•	I	I
143	大叶胡椒 <i>Piper sp. 1</i>	•	•	+	1	•	•	•	+	•	•	•	+	I	I
144	毛狗骨柴 <i>Tricalysia fruticosa</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	I	I
145	独子藤 <i>Monocelastrus monospermus</i>	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	I	I
146	剑叶铁角蕨 <i>Asplenium ensiforme</i>	+	•	•	+	•	•	+	•	•	•	•	•	I	I
147	直立福笛木 <i>Fordiophytonstrictum</i>	•	•	•	•	•	•	+	•	•	•	1	•	I	I
148	矮鞍脚杆 <i>Medinilla nana</i>	•	•	•	+	•	•	•	•	•	•	+	•	I	I
149	翠云草 <i>Selaginella uncinata</i>	•	•	•	•	•	+	+	•	•	•	•	•	I	I
150	中华芒毛苣苔 <i>Aschmannanthus acuminatus</i> var. <i>chinensis</i>	•	•	•	•	+	•	+	•	•	•	+	•	I	I

注：表中用黑线框标出的植物为划分亚群丛的区别种。

表 2 电子计算机打印的群落类型区别种表

群落类型				样地号	存在度										等级																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
群	落	类	型	•	1	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•	2	•

表 2-1-续 1

[illegible]

表 2-续 3

69	石 苣	64.3	IV
5	滇八角	57.1	III
73	罗浮栲	57.1	III
7	大碗青岗	57.1	III
74	异叶榕	57.1	III
115	薯 豆	57.1	III
144	四药史他非草	57.1	III
75	长叶石栎	57.1	III
116	棒叶沿阶草	57.1	III
27	倒挂铁角蕨	57.1	III
117	海南粗丝木	57.1	III
77	毛白栎	57.1	III
118	黄毛茜苔苔	50	III
78	乳突嫩梯草	50	III
119	黄花野葛	50	III
8	福建假卫茅	50	III
76	秀丽猴欢喜	50	III
28	蒙自夏茅	42.9	III
134	云南书带蕨	42.9	III
31	弯舌斑叶兰	42.9	III
121	小叶胡椒	42.9	III
135	硬叶石栎	42.9	III
30	薯豆鬼眼	42.9	III
123	细叶卷柏	42.9	III
12	南亚枇杷	42.9	III
86	小叶虾脊兰	42.9	III
87	梗花鸡屎树	35.7	III
32	披针叶肾形果	35.7	III
88	瑞丽山龙眼	35.7	III
126	小紫金牛	35.7	III

表 2—续 4

[illegible]

145、131号)。显而易见,排表比较法不仅在样地的排列上比手排表法客观,而且还大部免除了手排表过程中大量烦琐的常规程序,也避免了遗漏和差错。

排表比较法与其它数量分类方法(如主分量分析)相比,它的计算量较小,适宜于处理用法国-瑞士学派植物社会学方法调查的大批样地资料。由于它是以区别种组进行群落类型的划分,从而避免了关联分析(Association analysis)等单元分划方法造成的错分。因此,在很多场合下,可以用它检验其它数量分类方法所划分的群落类型是否正确可靠。值得注意的是排表比较法把排序(相互平均法等)和分类(聚类分析等)的优点结合起来,既排序了样地,又显示出样地间等级关系。

2. Q-型主分量分析

当用排表比较法把14个样地划分为两个群落类型后,我们用主分量分析进一步肯定这一分划,并找出各类型的代表性样地。

根据研究对象的不同,主分量分析又分作Q-型和R-型。Q-型分析用于研究样地的排序,R-型分析则研究种的排序。限于昆明地区计算机的内存和速度,本文只作了Q-型分析。原资料为非线性数据,为此,在作分析之前,将原始数据作平方根变换,使其转换为线性数据(Kershaw, 1968)。

通过计算得到14个特征值,按其大小排列,前二个特征值(表3)之和为8.9807,其累

表 3 原始数据经平方根变换的Q-型主分量分析的前二个主分量载荷表

样 地 号	I	I	群 落 类 型*	主分量类别**
1	0.5555	-0.5491	水 青 岗 亚 群 丛	I
2	0.5452	-0.5320	"	I
3	0.7328	-0.4040	"	I
4	0.7409	-0.1829	"	I
5	0.7594	-0.3664	"	I
6	0.7080	-0.4063	"	I
7	0.7133	-0.3540	"	I
8	0.7476	-0.3842	"	I
9	0.8190	-0.2099	"	I
10	0.6590	-0.1534	"	I
11	0.6514	0.1418	"	I
12	0.2042	-0.8284	江 南 短 肠 蕨 亚 群 丛	II
13	0.2372	-0.7878	"	II
14	0.0524	-0.8508	"	II
特征值(λ)	7.3936	1.5781		
累计特征值	7.3936	8.9807		
累计特征值百分比	53.2	64.6		
代表性样地	9	14		

* 为法国瑞士学派手排表法所划分的群落类型; ** 根据主分量分析应列入的类别。

计百分比所代表的方差已占总方差的 64.6%。对于植物群落的排序, 选用前二个主分量基本上已能代表整个数据的变化。这样, 从原来的 14 个样地 150 个种 (属性) 中找出了二个主分量, 即 14 个样地可分作两个类型, 每一类型的组成成分以二个主分量的载荷值来表示, 按其值的大小来划分。表 3 中, 群落类型 I 包括 1—11 号等 11 个样地, 9 号是这一类型的代表性样地。群落类型 II 包括 12—14 号等 3 个样地, 14 号是该类型的代表性样地。显然, 群落类型 I 和 II 分别与用手排表法划分的水青岗和江南短肠蕨亚群丛相符合。在群落类型 I 内, 按其第一主分量载荷值的大小, 又可分作三个亚类型: 1—2 号样地, 10—11 号样地和 3—9 号样地。10—11 号样地可看作是该类型的过渡类型, 1—2 号样地则表现为群落类型 I 和 II 之间的过渡类型。这 14 个样地的二维排序如图 1 所示。在图上, 两个群落类型间的分界很清晰。

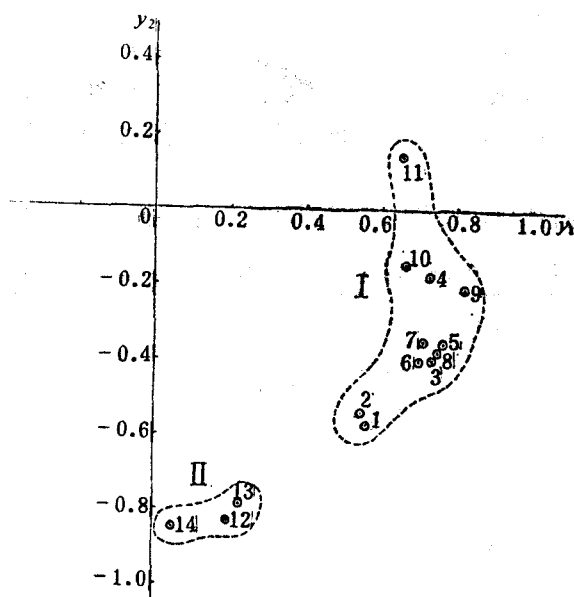


图 1 假黄叶五加, 水仙石栎群丛 14 个样地的数据经平方根变换的 Q-型主分量分析二维排序 (Braun-Blanquet 盖度平均百分数据)

原始数据经平方根变换和不经变换的二维排序, 其效果是不完全相同的 (表 3 和 4, 图 1 和 2), 由表和图可以看出: (1) 两者的所有样地都被分作两个类型, 每个类型的代表性样地均相同 (群落类型 I 是 9 号, 群落类型 II 是 14 号)。(2) 未经平方根变换的主分量分析结果, 本受第一主分量控制的 1、2 号样地, 现在却转受第二主分量控制并被划入群落类型 I。这样, 便产生了 1、2 号样地应该划归哪一类型的问题。为此, 我们用排表比较法进行检验。结果, 1、2 号样地具有和群落类型 I (3—11 号样地) 相似的区别种组, 不具有和群落类型 II 相似的区别种组。因此, 仍以归入群落类型 I 较为合理。(3) 数据经平方根变换后, 样地的二维排序图也随之改变 (比较图 1 和 2); 同时, 主分量的前二个特征值和载荷也发生较大的变化, 前者的累计特征值百分比在 64.6, 未经变换的为 61.8。1、2 号样地的载荷值有所增加, 并受第一主分量控制, 而第二主分量载荷除第 11 号样地为正值外, 其余全为负值 (表 3)。

表 4

原始数据未经平方根变换的Q-型主分量分析的前二个主分量载荷表

样 地 号	I	II	群 落 类 型*	主分量类别**
1	0.4849	0.6181	水 青 岗 亚 群 丛	I
2	0.5325	0.6211	"	I
3	0.7633	0.4673	"	I
4	0.7306	0.0180	"	I
5	0.7277	0.4018	"	I
6	0.7036	0.4104	"	I
7	0.6487	0.3250	"	I
8	0.6856	0.4687	"	I
9	0.8377	0.1595	"	I
10	0.5425	0.0770	"	I
11	0.6156	-0.1689	"	I
12	0.0855	0.8177	江 南 短 肠 蕨 亚 群 丛	I
13	0.1809	0.7774	"	I
14	-0.0542	0.8414	"	I
特征值 (λ)	6.7576	1.9203		
累计特征值	6.7576	8.6599		
累计特征值百分比	48.3	61.8		
代表性样地	9	14		

* 为法国-瑞士学派手排表法所划分的群落类型；** 根据主分量分析应列入的类别。

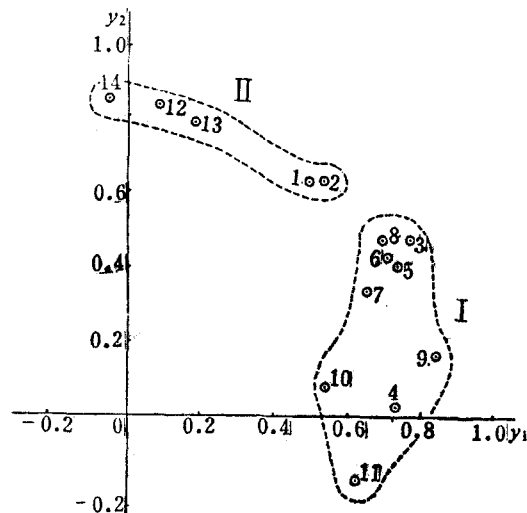


图 2 假黄叶五加, 水仙石栎群丛 14 个样地的数据未经平方根变换的 Q-型主分量分析二维排序 (Braun-Blanquet 盖度平均百分数据)

其实,主分量分析原来就是以假设种内和种间是线性关系为前提的。可是,在热带和亚热带地区,即便在一个群丛内,所含有的植物种类常达百种以上,种内和种间的关系极其复杂,远非简单的线性关系。假如对这类资料的数据不作某种处理,则对所获得的种和样地的排序往往很难给予生态学(植物种类组成和环境梯度)上的解释。因而在进行主分量分析之前,将数据作平方根变换,使其大致呈线性,就可得到与各样地群落学特征相符的结果。

3. 极点排序法

在上面两种方法中,都产生了1、2号样地和10、11号样地的位置问题,我们试用极点排序法检验之。

14个样地在 x 和 y 轴上的排序如图3所示。根据种类组成的相似性,这些样地被分作两个样地组合:大致聚集于图左方的组合I(1—11号样地),和图右方的组合II(12—14号样地)。这与用手排表法和上面两种方法的结果完全吻合。 x 和 y 值的相关系数为0.73,经 t 检验证明该排序是成功的。

图4是14个样地在 x 和 z 轴上的排序,各样地在图上的位置大致呈上升直线排列。样地

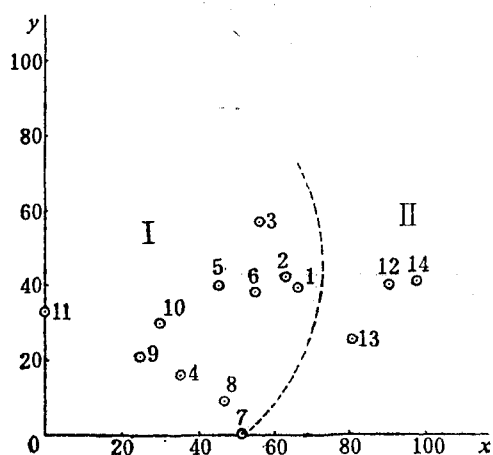


图3 假吴茱萸五加、水仙石栎群丛14个样地的 y/x 值的极点排序(Braun-Blanquet盖度平均百分数据)

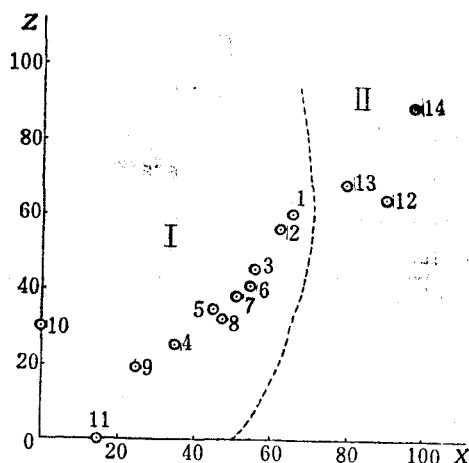


图4 假吴茱萸五加、水仙石栎群丛14个样地的 z/x 值的极点排序(Braun-Blanquet盖度平均百分数据)

组合I(1—11号)位于图左下方,样地组合II(12—14号)于图右上方,基本上与 x 和 y 轴的排序相仿。但是与图3相比,各样地是一个更为连续的序列。在样地组合工内,10、11号样地处于该组合的一极端,它们分别是 x 和 z 轴的参考样地(端点样地);1、2号样地则在另一极端且靠近样地组合II(12—14号),这与上述的Q-型主分量分析结果一致。由此可见,1、2号与10、11号样地都属于过渡类型。结合野外观察,这种过渡类型的形成系人为活动的影响所致。

极点排序法不仅适用于线性数据的排序,而且由非线性数据所引起的第二、三轴的畸变也比主分量分析为小(Gauch, whittaker and Wentworth, 1977)。极点排序法需要选择参考样地,而按不同标准选取的参考样地对排序效果影响比较大。例如,就本文来说,用Bray和Curtis(1957)标准选取参考样地要比用Swan和Dix(1966)的标准好得多。另外,样地组合

间的分界不如主分量分析那样分明。

4. Q-型聚类分析

本项工作中，使用聚类分析中的形心归类法 (Centroid Starting method)。图 5 是 14 个

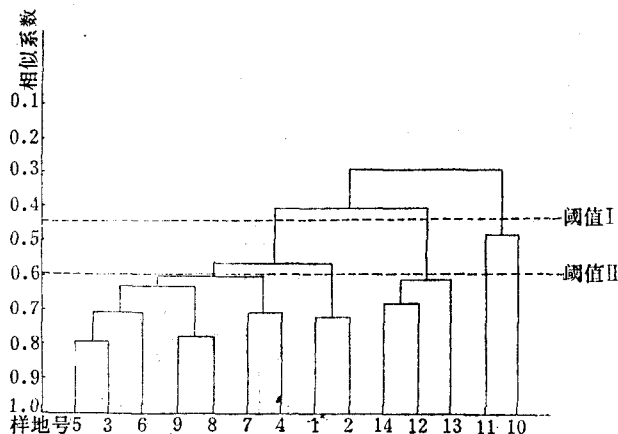


图 5 假黄叶五加、水仙石栎群丛 14 个样地的 Q-型聚类分析树状图 (Braun-Blanquet 盖度平均百分数据)

样地的聚类分析树状图。如果以 0.45 作为分类阈值 (或水平)，14 个样地就被分成三个群簇，群簇 I (1—9 号) 相当于用手排表法划分的水青岗亚群丛，群簇 II (12—14 号) 为江南短肠蕨亚群丛，群簇 III (10—11 号) 则独立为另一类。群簇 I 的代表性样地是 5 号与 3 号，群簇 II 是 12 号与 14 号。若以 0.6 作为分类阈值，群簇 I 内的所有成对样地则可分作两个亚群簇：1—2 号和 3—9 号样地。这就是说，选取的阈值不同，所划分得的群簇数是不同的。

以 0.45 为分类阈值产生的群簇与上述各法所划分的群落类型 (或样地组合) 相比，尚有一定偏差。这是因为这一方法要求种内和种间的关系必须是线性的，非线性数据或种内和种间较强的相关均会使分类结果产生较大的歪曲，有时甚至导致分析失效。例如，我们用平方根变换后的数据作聚类分析，仍得不到类似 Q-型主分量分析的结果。显然，10、11 号样地的错分不与原资料的非线性有关，而且跟种内和种间的相关有关。其次，偏差的产生还跟相似系数的选择有很大关系。我们用几个相似系数作过计算，其中以使用夹角余弦和 Sørensen 相似系数可获得较好效果，使用欧氏平方距离系数则产生相当大的畸变。

聚类分析便于从它的树状图上一目了然地看出样地间的亲疏关系以及等级关系，但是，分类阈值需使用者根据野外查调的植被资料和经验加以确定。选取的阈值越高，分划出的群簇越多，反之则少，使用不同的相似系数，树状图的结构也会有所变化。究竟选用那个相似系数较为理想，目前尚无定论。Moore (1970) 的研究认为，以使用积矩相关系数 (r) 的效果最好。所以，就群落的数量分类而言，生态学家应把数量分类的结果与野外植被调查结合起来加以对比和分析，才能正确判断所选用的相似系数好或不好。

5. 相互平均法

由上述可知，主分量分析和聚类分析对非线性数据的适应能力是较弱的，实际运用起来颇为不便。为此，我们采用对非线性数据适应能力较强的相互平均法作进一步的尝试。

图 6 是 14 个样地的相互平均二维排序。这些样地被分成两大类群：受第一轴作用的样地有 1—11 号等 11 个，为类群 I；受第二轴作用的样地有 12—14 号等 3 个，为类群 II。这两大类群分别与用手排表法划分的两个亚群丛完全一致。图 7 还表明，在类群 I 内，1、2 号和 10 号的座标位置与上述各法的分析结果很相似，它们被再次确认带有某些过渡性质。与主分量分析和聚类分析相比，相互平均法的排序既不涉及对数据的任何处理或相似系数的选择等问题，也没有出现错分划，并且两大类群间的分界十分清晰。

图 7 是 150 个种的二维排序（因种数太多，图上只标绘了部分种的座标）。由图 7 可以

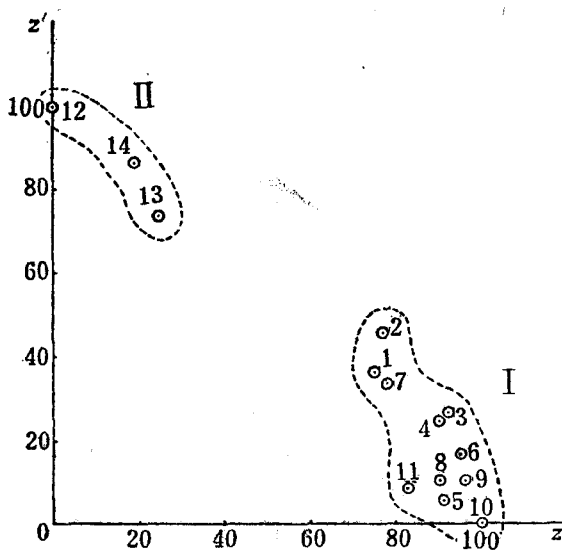


图 6 假吴茱萸五加、水仙石栎群丛 14 个样地的相互平均二维排序 (0.1 数据)

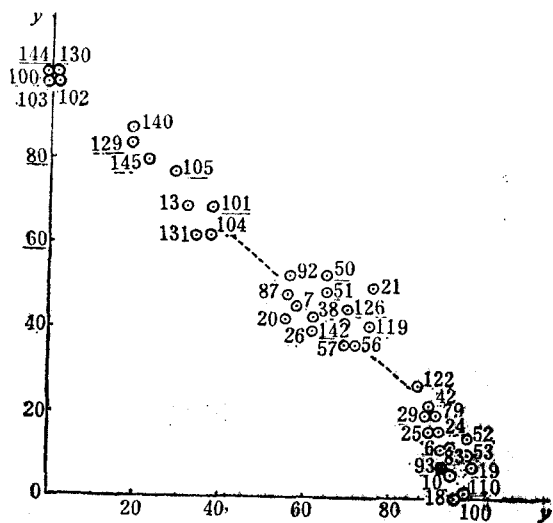


图 7 假吴茱萸五加、水仙石栎群丛 150 个种的相互平均二维排序 (0.1 数据)

看出，受第一轴作用的有毛竹（种 18）、蒙自栎木（种 110）、平顶桂花（种 24）、水青岗（种 25）等 40 个种，它们只出现于 1—11 号样地而很少出现于 12—14 号样地。受第二轴作用的有毛狗骨柴（种 144）、卷边紫金牛（种 130）、瘤足蕨（种 102）、捷萼山姜（种 103）等 13 个种，它们主要出现于 12—14 号样地而很少出现于 1—12 号样地。并且这两类种的排序分别与图 6 上的类群 I（1—11 号）和类群 II（12—14 号）的样地排序相对应，或者说，这两类种对 14 个样地的排序起主要作用。这样，通过种和样地排序的这种对应关系，我们便有可能把植被的分析和综合建立在更为客观的基础之上。

十分明显，相互平均法最突出的优点是把 Q-型分析和 R-型分析紧密地结合起来，对种和样地一起加以排序。尤其是对只具备小型计算机的单位，当植物种类太多（超过 100）时，相互平均法的优点更为突出，而主分量分析和聚类分析则往往限于计算机的内存和速度，以致不能作 R-型分析，这就漏掉了许多有用的信息。其次，由于种和样地的对应关系，所以把它用于揭示种和样地间的相互关系时，其效果较其它方法为佳。同时，相互平均法能克服非线性数据所引起的畸变。但是，阳含熙教授等 (1980) 的研究表明，它对线性数据的排序效果不如主分量分析和主座标分析好。另外，相互平均法的第二轴与第一轴有着较强的相关，易引起一定的畸变 (Hill, 1973)。

五、小 结

本项工作主要是应用已有的数学方法, 检验其对亚热带常绿阔叶林的适用程度, 同时和 Braun-Blanquet 的手排表技术的结果加以对比。因为只使用一个已确定的群丛, 所以我们只限于了解各样地的相似关系, 以便作出较为确切的判断。

我们之所以选用假吴茱萸叶五加、水仙石栎群丛这一资料, 是因为这个群丛在西畴地区分布面积广, 保存较好。按群落结构所选的14个样地, 结构完整而不零乱的群落基本上都已选入。通过数学方法处理这一资料, 其结果与用植物社会学方法所进行的分类相符。可以认为使用数量分类方法处理以法国-瑞士学派方法调查的样地记录 (Releve) 和进行分类或排序是可行的。

就我们所处理的资料而言, 排表比较法既对种和样地都加以分类, 又抽出了区别种, 便于归纳大量野外调查的植被资料。主分量分析、相互平均法和极点排序法的结果能够从不同方面对各样地间的相似程度给予定量的解释, 减少了手排表过程中反复对比所产生的偏差。聚类分析基本可用, 但必须结合植物群落其它特征以确定阈值。这几种数量分类方法各有其特点和适用范围。相互平均法对非线性数据有较强的适应能力, 主分量分析和聚类分析用于处理线性数据可获得满意的结果, 排表比较法和极点排序法对线性或非线性数据都适用。以上各法均已编出计算机程序。

云南自然条件复杂, 植物种类丰富, 群落类型多样而分布分散, 采用植物群落数量分类方法将有助于深刻地揭示出种和样地之间或样地和环境因子之间的相互关系, 避免主观划分。

参 考 文 献

- 阳含熙等 1979 植物群落数量分类的研究 一、关联分析和主分量分析。林业科学15(4): 244—255。
1979 植物群落数量分类的研究 二、信息分析和主座标分析。自然资源(1): 14—20。
1980 植物群落数量分类的研究 三、相互平均法和指示种分析。自然资源(3): 1—12。
S. B. 查普曼等著(阳含熙等译, 1980) 植物生态学的方法。科学出版社。
G. W. 考克斯著(蒋有绪译, 1979) 普通生态学实验手册。科学出版社。
Austin, M. P. and I. Noy-Meir 1971 The problem of non-linearity in ordination: experiments with two gradient models. *J. Ecol.* 59: 763—773。
Austin, M. P. and L. Orloci 1966 Geometric models in ecology: I. An evaluation of some ordination techniques. *J. Ecol.* 54: 217—227。
Becking, R. W. 1957 The Zurich-Montpellier school of phytosociology. *Botan. Rev.* 23: 411—438。
Crawford, R. M. M. and D. Wishart 1967 A rapid multivariate method for the detection and classification of group ecologically related species. *J. Ecol.* 55: 505—524。
Gauch, H. G. 1973 The relationship between sample similarity and ecological distance. *Ecology*. 54: 618—622。
Gauch, H. G. 1973 A quantitative evaluation of the Bray-Curtis ordination. *Ecology*. 54: 829—836。
Hill, M. O. 1973 Reciprocal averaging: an eigenvector method of ordination. *J. Ecol.* 61: 237—249。
Gauch, H. G., R. H. Whittaker and T. R. Wentworth 1977 A comparative study of reciprocal averaging and other ordination techniques. *J. Ecol.* 65: 157—174。
Greig-Smith, P. 1964 Quantitative plant ecology. 2nd ed Butterworths, London. 1st ed. 1957。
Ihm, P. and van Groenewoud 1975 A multivariate ordering of vegetation data based on Gaussian type gradient response curves. *J. Ecol.* 63: 767—777。
Moore, J. J., P. Fitzsimons, E. Lambe and J. White 1970 A comparison and evaluation of some phyto-

- sociological techniques. *Vegetatio*, 20: 1—20.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg 1974 Aims and method of vegetation ecology. Wiley, New York.
- Noy-Meir, I. and M. P. Austin 1970 Principal component ordination and simulated vegetation data. *Ecology* 51: 551—552.
- Noy-Meir, I., D. Walker. and W. T. Williams 1975 Data transformations in ecological ordination. I. On the meaning of data standardization. *J. Ecol.* 63: 779—800.
- Orlaci, L. 1966 Geometric methods in ecology: I. The theory and application of some ordination methods. *J. Ecol.* 54: 193—215.
- Pritchard, N. M. and A. J. B. Anderson, 1971: Observations on the use of cluster analysis in botany with an ecological example. *J. Ecol.* 59: 727—747.
- Swan, J. M. A. and R. L. Dix 1966 The phytosociological structure of upland forest at Candle Lake, Saskatchewan. *J. Ecol.* 54: 13—40.
- Swan, J. M. A., R. L. Dix and C. F. Wemrhah, 1969 An ordination techniques based on the best possible stand-defined axes and its application to vegetational analysis. *Ecology*. 50: 206—212.
- Williams, W. T. and J. M. Lambert 1959 Multivariate methods in plant ecology: I. Association-analysis in plant communities. *J. Ecol.* 47: 83—101.
- Williams, W. T. and J. M. Lambert 1960 Multivariate methods in plant ecology: I. The use of an electronic digital computer on association-analysis. *J. Ecol.* 48: 689—710.
- Williams, W. T. and J. M. Lambert 1961 Multivariate methods in plant ecology: II. Inverse association-analysis. *J. Ecol.* 49: 717—730.
- Yarranton, G. A. et al. 1972 on the classification of phytosociological data into non-exclusive group with a conjecture about determining the optimum number of groups in a classification. *Vegetatio*, 24: 1—21.

NUMERICAL CLASSIFICATION OF SUBTROPICAL EVERGREEN BROAD-LEAF FOREST AT “CAOGOU MOUNTAIN” IN SICHOU COUNTY, YUNNAN

Dang Chenglin Jiang Hanqiao

(Laboratory of Phytocology and Geobotany, Yunnan University)

The methods of numerical classification used in this paper are tabular comparison, principal, component analysis (Q-type), polar ordination, cluster analysis (Q-type) and reciprocal averaging. Selected vegetation data is 14 Relevés (include 150) of *Acanthopanax-Lithocarpetum naiadarum* of subtropical evergreen broad-leaf forest in Sichou County of southeast Yunnan. This study shows that the numerical techniques may be applied to classification and ordination of subtropical evergreen broad-leaf forests. Results of using tabular comparison, reciprocal averaging, principal component analysis (Q-type) and polar ordination are identical with the traditional phytosociological method of Zurich-Montpellier School, and the result of cluster analysis (Q-type) is approximately to it.