

②  
116-121

# 应用模糊聚类分析对植物群落分类的研究

## THE APPLICATION OF FUZZY AGGREGATION ANALYSIS TO THE CLASSIFICATION OF PLANT COMMUNITY

李新

Li Xing

(重庆大学系统工程及应用数学系)

Q948.15

**摘要** 以重庆缙云山自然保护区亚热带常绿阔叶林为研究对象,应用模糊数学对群系(formation)一级分类单位进行了模糊聚类的分类划分,根据严格的数学计算,作出了动态的模糊聚类图,分出了5个群系。

**关键词** 模糊聚类分析;群系;植物群落 / 模糊等价关系矩阵

中国图书资料分类法分类号 O29;Q948.158

分类

**ABSTRACT** The subtropical evergreen broadleaved forest of the Jinyun Mountain Natural Reservation in chongqing is studied the fuzzy aggregation analysis is applied to the partition of classificational unity. On the basis of strict computation, the dynamical graph of fuzzy aggregation is made and five formations are partitioned.

**KEY WORDS** fuzzy cluster analysis; formation; phytocoenoses / matrix of fuzzy equivalence relation

### 0 自然环境及群落概述

缙云山自然景观保护区素有“川东小峨嵋”之称。位于重庆市区以北60 Km,北碚境内,介于北纬29°49',东经106°20',面积约1400 ha。缙云山属于四川盆地川东平行岭谷区的西缘华蓥山褶皱带,褶皱带由明显的北北东—南南西走向的3个背斜,两个向斜所构成。山上最高海拔895m,相对高差达700m,全山西翼较缓,东翼较陡。缙云山属典型的亚热带季风湿润性气候。以北碚区为例,年均温度18.2℃,全年≥10℃的活动积温达5956℃,无霜期长达334天,年均降水量1143mm,平均相对湿度达80%以上。

缙云山地处我国中亚热带的四川盆地内部,长期以来由于北部秦岭大巴山对南下寒潮的阻挡,以及受温暖湿润的东南季风的孕育,这就给缙云山创造了一个十分优良的生态地理环境,为各种植物的生长、发育提供了有利的生境条件,所以植物种类多,资源丰富,群落类型繁多,具有典型的中亚热带常绿阔叶林的植物组成和植物群系。植物经长期的物种演化,环境生态适应,种间竞争选择,由各种不同生活型的植物聚居在一起而形成多树种、多层次、

多类型的植物群落。其分布主要在本山各峰海拔600 m以上的山脊,斜坡,或庙宇周围和陡坡上。

乔木层一般高15—20 m,也有高达25 m以上者,总郁闭度0.75—0.9。树干耸立,分枝较高,有些植物还具有小型的板根,如薯豆。区系成分主要有:山毛榉科的栲树、刺果米槭、小叶青冈、石栎;樟科的润楠、贵州琼楠、蜀桂、白毛新木姜子、峨嵋紫楠、广东山胡椒等;山矾科的四川山矾、黄牛奶树、山矾和光叶山矾;山茶科的四川大头茶、四川红淡、银木荷等种类;以及还有薯豆、薄果猴欢喜、虎皮楠、大花枇杷、大果杜英、四川白兰花和槭属的一些种类。

此外,乔木层中还有一些落叶的成分(如散生落叶乔木枫香、赤杨叶、灯台树等)以及针叶树的杉木、南方红豆杉等。它们的数量虽然较少,但都是固有的成分。

灌木层的植物由于林下较阴蔽湿润,因而生长良好,其成分主要有杜茎山、狗骨柴、铁籽、慈竹、细齿柃木、细枝柃木以及五月茶属、山胡椒属、杜鹃花属、紫金牛属等属的一些种类和乔木幼树组成。一般高2.5 m以下,盖度40%左右。

草本层视环境的不同,在数量上,种类上均有分异。一般以蕨类植物的较多,如华里白、里白、蕨、复叶耳蕨、狗脊、单芽狗脊、鳞毛蕨属、瘤足蕨属等。种子植物主要有大叶排草、楼梯草、猪头红、蝴蝶花、淡竹叶、绉叶狗尾草、苔草等共20种植物,盖度为30%—35%。

层外植物有牛姆瓜、常春藤、香花岩豆藤、菝葜属等一些小型藤本植物组成。

## 1 研究方法

### 1.1 野外群落取样和数据处理\*

作者采用无样地法中的“中点四分法”进行野外取样。

在选好的样地上(14个样地),按顺坡或横向设置多条样线,根据地形和实际情况,样点间距10—15m,每一样地测20个点,每点分4个象限测4株大树(dbh>11.5cm),四株小树(dbh2.5—11.5cm),共测定了280个点,2240株乔木;记录其种名、点树距离、胸径、树高。在每样点间作5m×5m小样方测定灌木及乔木幼苗的种名,株(丛)数、盖度;同时再作2m×2m的小小样方,记录草本植物的种名,株(丛)数,盖度。这样就较充分地掌握了群落各层的资料。

野外测定收集的数据经室内初步处理计算出14个样地的42种植物的重要值  $x_{ij}$ (见表1):

$$x_{ij} = d_{ij} + f_{ij} + c_{ij}$$

植物编号  $i = 1, 2, \dots, 42$ , 样地编号  $j = 1, 2, \dots, 14$

式中:  $d_{ij}$ —相对密度;  $f_{ij}$ —相对频度;  $c_{ij}$ —相对盖度。

\* 于1990年9月进行的野外调查工作。

表 1 缙云山常绿阔叶林各样地乔木树种重要值表

i	植物名称	$j=1$	$j=2$	$j=3$	$j=4$	$j=5$	$j=6$	$j=7$	$j=8$	$j=9$	$j=10$	$j=11$	$j=12$	$j=13$	$j=14$
1	四川山矾	9.0		68.4				7.3	71.1			11.1	84.1	17.4	8.1
2	油桐	7.2								7.5		5.3	7.4	6.1	
3	麻栎	8.4					34.9					10.0			
4	栲树	129.6	241.6	5.4	134.6	107.9		7.9		162.9	150.0	21.2	5.2		
5	润楠	70.0	15.0	103.2	59.1	42.0	7.1		88.2	16.7	28.5	13.7	91.2		12.2
6	刺果米槠	12.9	12.2		10.8		75.4	52.0	10.4		97.1	69.8		79.9	48.8
7	绒叶木姜子	8.6									4.4				4.2
8	野樱桃	6.4				13.2									7.0
9	山矾	32.2		15.4					11.7						8.1
10	薯豆	7.0				21.4		29.8	20.5	54.8		5.0	38.2	31.9	51.2
11	虎皮楠	4.1	4.9												
12	马尾松	4.5	10.4		14.7	38.0			8.6	4.1				8.8	10.4
13	四川红桫				7.4							12.3		6.0	
14	北枹槭		7.6				5.2						7.4		
15	枫香			29.7		39.3		22.0	9.1	8.3					
16	杉木			9.6	7.1			31.5		30.0			11.9	57.2	12.0
17	白栎				6.2				5.0						
18	大果杜英			4.0					17.3						17.5
19	银木荷		8.4			8.6	82.1		11.9		5.0	90.1			
20	赤杨叶				21.2			19.0	8.8	7.1					
21	薄果猴欢喜				5.8										20.5
22	小叶青冈			17.1			12.3		10.0			4.6			
23	四川大头茶				10.0		9.9	87.1			14.9	36.6		84.4	29.9
24	罗浮柿				3.2				3.0						
25	长蕊杜鹃				10.6			4.9							
26	灯台树				9.3										5.7
27	粗糠柴					18.0						20.3			12.7
28	山胡椒					6.6									
29	黄杞			4.4						8.5					6.8
30	苦木			6.0					5.3						
31	梭罗树					5.1								4.0	
32	大花枇杷						7.1						7.4		10.6
33	黄牛奶树						23.9		8.3						
34	米饭花			22.7										4.3	8.9
35	贵州琼楠			9.3				15.7							4.1
36	狗骨柴			4.8											
37	梧桐						42.1								
38	桂花														9.0
39	化香							3.8				9.2			
40	朴树							5.1				21.5			4.6
41	木蜡树				4.9			13.8				4.4			
42	白毛新木姜子								10.9				12.2		7.7

## 1.2 对样地进行模糊聚类计算

### 1.2.1 标定

以表 1 中的重要值作为原始数据矩阵  $X = (X_{ij})_{12 \times 14}$ , 然后将原始数据由模标准化后的内积—夹角余弦公式计算各样地间的相似系数<sup>[3]</sup>。



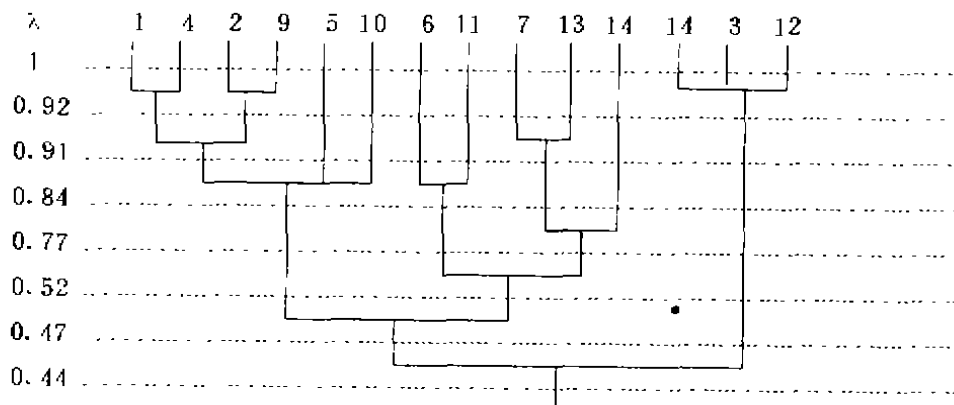
## 1.2.3 聚类图形表示

对表3中的数值,令 $\lambda$ 从1到0变化,写出 $R^*$ 分类, $i$ 与 $j$ 归为一类 $\Leftrightarrow r_{ij}^* = 1 \Leftrightarrow r_{ij} \geq \lambda^{[3]}$ 。如表4中给出了 $R_{0.84}^*$ 。

表4  $\lambda = 0.84$  的截矩阵  $R_{0.84}^*$ 

样地编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
4	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
5	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
8	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
9	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
10	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
12	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

分别取截值 $\lambda = 1, 0.92, 0.91, 0.84, 0.77, 0.52, 0.47, 0.44$ ,对14个样地进行了动态的模糊聚类划分,得到下面的模糊聚类图。



缙云山常绿阔叶乔木群落模糊聚类图

## 2 结果分析

根据作出的模糊聚类图就可进行群系的划分,但确定划类,选择水平截值 $\lambda$ 的问题,并没有客观统一的标准,数值还需结合具体调查的实际情况,以及植物区系组成,生态外貌,动态特征和环境条件加以综合考虑。这样,将调查的14个样地,根据计算结果作成的模糊聚类图(见上图),本文认为选取 $\lambda = 0.84$ 作为截值划分群系的标准较为合理,可分为五类: I = {1, 4, 2, 9, 5, 10}, II = {6, 11}, III = {7, 13}, IV = {14}, V = {3, 8, 12}。

具体各群系名称依乔木层共优种进行命名,划分出以下五个群系:

- I 栲树群系(包括样地 1,4,2,9,5,10)。
- II 银木荷 + 刺果米槠群系(包括样地 6,11)。
- III 四川大头茶 + 刺果米槠群系(包括样地 7,13)。
- IV 薯豆 + 刺果米槠群系(包括样地 14)。
- V 润楠 + 四川山矾群系(包括样地 3,8,12)。

如若取  $\lambda = 0.77$ ,第 IV 类群系的 14 样地就要划归于 III 类群系中,与样地 7,13 为同一类,从聚类图看,这样的划归也可成立。但从实际情况和表 1 来分析,似乎就显得勉强。因为,14 样地中薯豆植物的重要值占首位达 51.21,而样地 7 和 13 中薯豆的重要值才 30 左右,居第三位。而四川大头茶这种植物的重要值在样地 7 和 13 中为 87.12 和 84.44,是其它树种所不及的;14 样地中的四川大头茶重要值则为 29.94,只占第三位。所以从其优势建群种这点来看它们是不同的,造成这种状况的原因可能与各样地所处的局部生境湿润差异有关。故将 14 样地单独视为一类群系更令人满意且切合实际。

从以上群系的划分结果看,效果是满意的,它真实地反映了缙云山亚热带常绿阔叶林的基本植物群落概貌以及乔木层主要植物成分是山毛榉科,樟科,山茶科及山矾科等种类。同时,对进一步深入研究划分群落的基本单位——群丛提供了依据和参考价值。

### 3 结 语

用 Fuzzy 聚类的“传递闭包”法对缙云山常绿阔叶林的群系级单位划分与其它数量分类方法所得到的结果基本上是吻合一致的。只要野外收集资料准确,全面,数据处理得当,利用模糊数学同时结合生态学知识和观点对亚热带地区的森林群落进行聚类分析是完全可靠实用的,尤其是对中、低级分类单位更行之有效。

由于模糊聚类分析的“传递闭包”方法是在等价关系基础上进行的,数学上较为严格,且计算简单,可在微机上运算,分类较为合理,不失为一种植物群落数量分类的好方法之一。

本文在撰写过程中,重庆师院生物系余小平先生给予了大力支持和协助,特此致谢。

### 参 考 文 献

- 1 Pielou E. C. Mathematical ecology. Wiley-interscience, 1985, 331~352
- 2 Zhong Zhangcheng et al. Ecological study on evergreen broadleaved forest, Journal of southwest china Teachers University, 1988, 318~321
- 3 汪培庄. 模糊集合论及其应用, 上海: 上海科技出版社, 1983, 59~80
- 4 阳含熙, 卢泽愚. 植物生态学的数量分类方法, 北京: 科学出版社, 1981, 46~47