

# 植物区系基本特征的参数综合表达

左 家 哺\*

(湖南省林业专科学校, 衡阳 421005)

**提 要** 确定了植物区系6个基本特征的数量描述与处理方法; 应用模糊数学中综合评价的方法建立了植物区系基本特征的参数综合表达式。最后通过实例验证, 其参数综合表达式计算出来的结果与实际情况一致。

**关键词** 植物区系; 基本特征; 参数; 综合表达

在“关于建立植物区系特征参数的设想”的理论问题<sup>[1]</sup>一文中, 作者把植物区系的基本特征分为植物分类学特征和植物地理学特征两个方面。前者包括区系丰富性、区系相似性、区系古老性和区系种系发育性, 后者包括区系成分复杂性和区系成分特有性。本文继续对这些特征的数量描述与处理以及参数综合表达等问题阐述自己的主张与看法, 谨此抛砖引玉, 供同行磋商。

## 1 基本特征的数量描述与处理

在植物区系研究中, 其基本特征的质量差异分析往往比其数量差异分析显得更为重要<sup>[2,3]</sup>, 但由于其质量方面的描述具有较大的人为主观性, 加之诸多相关学科如化石的、系统发育的、古地理的研究资料十分贫乏, 导致研究同一问题的结论分歧较大甚至完全相反<sup>[2,4-8]</sup>。因此, 植物区系基本特征的数量描述与分析仍不会失去其意义<sup>[9-11]</sup>。

首先, 作者赞同彭春良先生的做法, 把需要比较研究的区系称为子区系(或称为区系样本), 把包含所有子区系的区系称为母区系(或称为区系总体)<sup>[12]</sup>。然后, 对植物区系各类基本特征的数量描述如下。

1.1 区系丰富性 我们定义如下:

$$A_{iq} = n_{iq} / M_q \quad (1)$$

式中  $i$  为不同的子区系,  $i = 1, 2, \dots, k$ ;  $q$  为不同的植物分类学单位(或即分类阶元),  $q = \text{种}(\text{种下等级})、\text{属}、\text{科}、\dots$ ;  $n_{iq}$  为第  $i$  个子区系第  $q$  级植物分类学单位的数目;  $M_q$  为母区系第  $q$  级植物分类学单位的总数目。

$A_{iq}$  为区系丰富性的数量描述指标。它是以  $i$  子区系各级植物分类学单位的数目分别占其母区系同一级植物分类学单位的数目之比率来表示。

## 1.2 区系相似性 我们定义为

$$R_{iq} = a_{iq}/M_q \quad (2)$$

式中  $a_{iq}$  为第  $i$  个子区系第  $q$  级植物分类学单位与母区系第  $q$  级植物分类学单位的共有数目。

$R_{iq}$  为区系相似性的数量描述指标, 相当于 Jaccard 系数<sup>[13]</sup>, 它是以第  $i$  子区系各级植物分类学单位与母区系同一级植物分类学单位的共有数目分别占其母区系同一级植物分类学单位的总数目之比率来表示。

## 1.3 区系古老性 我们定义为

$$O_{iq} = (n_{iqu}/n_{iq})/(m_{qu}/M_q) \quad (3)$$

式中  $n_{iqu}$ 、 $m_{qu}$  分别为  $i$  个子区系和母区系第  $q$  级植物分类学单位的原始古老性数目。

$O_{iq}$  为区系古老性的数量描述指标。在化石、系统发育、性状演化及其进化研究资料十分欠缺的情况下, 区系古老性用数量来描述是最为棘手的问题, 但在区系数量分析中又不能没有反映。就种子植物而言, 裸子植物是大家公认的原始古老性科, 现存 12 科, 有花植物则按 A.C. Smith 综合研究所提出的 39 个原始古老科<sup>[14]</sup> 作为依据。这样一来, 种子植物共有 51 个原始古老性科。那么, 区系古老性就以某一子区系出现这 51 个原始古老性科数占该子区系总科数的比值与母区系出现这 51 个原始古老性科数占该母区系总科数的比值之比率来表示。

## 1.4 区系种系发育性 我们定义为

$$S_{iq} = (n_{iq-1}/n_{iq})/(M_{q-1}/M_q) \quad (4)$$

式中  $q-1$  表示第  $q$  级植物分类学单位的次一级植物分类学单位。

$S_{iq}$  为区系种系发育性的数量描述指标。它是以某一子区系中某一高级植物分类学单位含有次一级植物分类学单位的平均数目占其母区系同一高级植物分类学单位含有次一级植物分类学单位的平均数目的比率来表示。如某一子区系单位属包含的种数为 4.53, 而母区系单位属包含的种数为 8.31, 则该子区系的种系发育性之数量指标为 0.55。

## 1.5 区系成分复杂性 我们定义为

$$F_{iqp} = (n_{iqp}/n_{iq})/(M_{qp}/M_q) \quad (5)$$

式中  $p$  为各不相同的区系成分类型。

$F_{iqp}$  为区系成分复杂性的数量描述指标。它是以第  $i$  个子区系第  $q$  级植物分类学单位的第  $p$  类区系地理成分 (或分布区类型) 的数目占该子区系同级植物分类学单位总数目的比值, 与母区系同级植物分类学单位的同类区系地理成分的数目占该母区系同级植物分类学单位总数目的比值之比率来表示。

## 1.6 区系成分特有性 我们定义为

$$E_{iq} = (e_{iq}/n_{iq})/(e_q/M_q) \quad (6)$$

式中  $e_{iq}$ 、 $e_q$  分别表示  $i$  子区系和母区系第  $q$  级植物分类学单位的特有成分数目。

$E_{iq}$  为区系成分特有性的数量描述指标。区系成分特有性如同区系古老性一样, 也是一个十分棘手的问题。这里我们把仅局限于母区系范围内的各级植物分类学单位称之为特有成分<sup>1)</sup>。故区系成分特有性是以某一子区系某一级植物分类学单位特有成分的数量

目占该子区系同一级植物分类学单位总数目的比值,与母区系同一级植物分类学单位特有成分的总数目占母区系同一级植物分类学单位总数目的比值之比率来表示。

## 2. 基本特征的参数综合表达

从植物区系基本特征的数量描述与处理看出,实际上每类基本特征包含了若干项数量指标。因此,一个植物区系基本特征是诸多数量指标的综合体。这些数量指标有大、有小,仅凭人们的直觉很难对这种复杂的数量指标作出综合而又客观的评价与判断。对此,模糊数学中的综合评判方法正好适合解决这类问题<sup>[16-17]</sup>,其方法与步骤如下:

假设  $t$  个子区系为决策集  $Y$

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_t, \dots, y_i\} \quad (7)$$

再假设第  $i$  个子区系所获得的  $k$  项数量指标为因素集  $X$

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_k\} \quad (8)$$

根据模糊映射及其扩张原理,则  $t$  个子区系所获得的  $k$  项数量指标即是一个单因素评判矩阵  $R$

$$R = [r_{ij}] \quad (9)$$

式中:  $r_{ij} \in [0, 1]$

还假设评判空间  $S$

$$S = (Y, X, R) \quad (10)$$

利用以下三种形式评判函数的简化式

$$d_{1i} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k r_{ij} \quad (11)$$

$$d_{2i} = \max_{j \in \{1, \dots, k\}} (r_{ij}) \quad (12)$$

$$d_{3i} = \min_{j \in \{1, \dots, k\}} (r_{ij}) \quad (13)$$

计算其评判指标  $D_1, D_2, D_3$ 。

令  $X_1 = \{D_1, D_2, D_3\}$ ,  $R_1 \in \mathcal{F}(Y \times X_1)$ , 即

| $R_1$ | $y_1$    | $y_2$    | $\dots$ | $y_t$    |
|-------|----------|----------|---------|----------|
| $D_1$ | $d_{11}$ | $d_{12}$ | $\dots$ | $d_{1t}$ |
| $D_2$ | $d_{21}$ | $d_{22}$ | $\dots$ | $d_{2t}$ |
| $D_3$ | $d_{31}$ | $d_{32}$ | $\dots$ | $d_{3t}$ |

于是,便可获得一个新的评判空间  $S_1$

$$S_1 = (Y, X_1, R_1) \quad (15)$$

对  $S_1$  再作第二次评判,即  $f(D_1, D_2, D_3) = a \cdot (D_1 + D_2 + D_3)$

$$(16)$$

式中:  $a = \frac{1}{3}$

以式(16)计算:

1) 由于植物化石、系统发育、性状演化及其进化研究资料十分欠缺,故本文没有进一步将特有成分划分为古特有和新特有两种情形。



$$d_i = f(d_{1i}, d_{2i}, d_{3i}) \quad (i \leq t) \quad (17)$$

式(17)为第  $i$  个子区系基本特征的数量指标的评判指标, 或者说是第  $i$  个子区系基本特征的数量指标的参数综合表达式。

### 3 实例与讨论

本文以贵州种子植物区系作为母区系<sup>[18]</sup>, 以雷公山自然保护区、茂兰自然保护区和百里杜鹃林区作为3个不同的子区系<sup>[19-21]</sup>。每个子区系取以下15项数量指标: ①子区系科数占母区系科数的比率; ②子区系属数占母区系属数的比率; ③子区系种数占母区系种数的比率; ④子区系与母区系科的共有数占其母区系总科数的比率; ⑤子区系与母区系属的共有数占其母区系总属数的比率; ⑥子区系与母区系种的共有数占其母区系总种数的比率; ⑦子区系原始古老性科数占该子区系总科数的比值与母区系原始古老性科数占该母区系总科数的比值之比率; ⑧子区系单位科所含属数占母区系单位科所含属数的比率; ⑨子区系单位属所含种数占母区系单位属所含种数的比率; ⑩子区系世界广布属数占该子区系世界广布属数的比值与母区系世界广布属数占其母区系总属数的比值之比率; ⑪子区系热带分布属数占该子区系总属数的比值与母区系热带分布属数占该母区系总属数的比值之比率; ⑫子区系温带分布属数占该子区系总属数的比值与母区系温带分布属数占该母区系总属数的比值之比率; ⑬子区系古地中海和泛地中海分布属数占该子区系总属数的比值与母区系古地中海和泛地中海分布属数占该母区系总属数的比值之比率; ⑭子区系中国特有分布属数占该子区系总属数的比值与母区系中国特有分布属数占该母区系总属数的比值之比率; ⑮子区系贵州特有种数占该子区系总种数的比值与母区系贵州特有种数占该母区系总种数的比值之比率。其次, 对上述15项数量指标均转换、压缩到0至1的区间。

视3个子区系为决策集  $Y$ , 视15项数量指标转换后的值为因素集  $X$ 。据式(9)可知, 3个子区系所获得的15项数量指标转换值即是一个单因素评判矩阵  $R$

$$R =$$

$$\begin{Bmatrix} 0.66 & 0.32 & 0.17 & 0.40 & 0.24 & 0.14 & 0.57 & 0.48 & 0.53 & 0.46 & 0.20 & 0.41 & 0.00 & 0.24 & 0.03 \\ 0.62 & 0.29 & 0.15 & 0.38 & 0.23 & 0.13 & 0.60 & 0.47 & 0.51 & 0.33 & 0.33 & 0.25 & 0.02 & 0.25 & 0.09 \\ 0.20 & 0.06 & 0.02 & 0.17 & 0.06 & 0.02 & 0.11 & 0.29 & 0.37 & 0.15 & 0.02 & 0.12 & 0.00 & 0.01 & 0.01 \end{Bmatrix} \quad (18)$$

据式(10)一(13)对式(18)计算即可获得

| $R_i$ | $y_1$ | $y_2$ | $y_3$ |
|-------|-------|-------|-------|
| $D_1$ | 0.32  | 0.31  | 0.11  |
| $D_2$ | 0.66  | 0.62  | 0.37  |
| $D_3$ | 0.00  | 0.02  | 0.00  |

(19)

再依式(15)一(17)对式(19)计算得:

$$d_i = (0.33, 0.32, 0.16) \quad (20)$$

式(20)分别是雷公山自然保护区、茂兰自然保护区和百里杜鹃林区3个子区系种子植物区系基本特征的参数综合表达的计算结果。



从上述计算结果看出,雷公山与茂兰自然保护区种子植物区系基本特征的参数十分接近,二者是百里杜鹃林区种子植物区系基本特征的参数的二倍左右。对此,我们从以下几个方面予以讨论。①从大地构造上看,百里杜鹃林区属扬子准地台黔北台隆毕节北东向构造变形区;雷公山、茂兰同属华南褶皱带,唯不同的是前者为江南台隆的雪峰台拱,后者为江南台隆西南侧的坳陷地带<sup>[18]</sup>。可以说因地壳演化差异所形成的两个Ⅰ级构造单元造成了两种不同的古地理背景,如海陆变迁、地质构造运动、气候变化等,从而影响到植物区系发生起源及其演化甚至后来的植物区系种系发育程度与格局形成<sup>[18]</sup>。毫无疑问,这正是百里杜鹃林区与雷公山、茂兰植物区系产生分异的重要原因(进一步见以下讨论)。②在地貌地势上,百里杜鹃林区为黔西高原向黔中山原的过渡地带,海拔1600—2100m,多在1800m以上,相对高差小于1000m<sup>[19]</sup>。雷公山为黔中山原的苗岭东部主峰,海拔650—2179m,多在1200—1500m之间,相对高差一般大于1000m<sup>[21]</sup>。茂兰为黔中山原南侧向广西丘陵盆地过渡的斜坡地带,海拔430—1079m,一般在800—1000m之间,相对高差150—300m<sup>[20]</sup>。更为重要的是苗岭蜿蜒于黔中(云雾山)和黔东南(雷公山)各县之间,将百里杜鹃林区与雷公山、茂兰两地分开,形成了两种迥然不同的气候。前者为中亚热高原温凉气候,具有冬季寒冷干燥、夏季温凉湿润、雨量较少之特征。据观测,该地1月月均温为1.6℃,7月月均温20.7℃,年均温11.8℃,≥10℃年均总活动积温3032℃,年降雨量1088mm<sup>[19]</sup>。后两地为中亚热带季风湿润气候,冬无严寒而夏无酷暑,雨量充沛。据观测,雷公山1月月均温5℃,7月月均温24.3℃,年均温15.3℃,≥10℃年均总活动积温4696℃,年降雨量1450mm。茂兰1月月均温5.2℃,7月月均温23.5℃,年均温15.3℃,≥10℃年总活动积温5768℃,年降雨量1753mm<sup>[20,21]</sup>。重要的问题还在于,贵州今日的地貌地势格局主要是在侏罗纪晚期至白垩纪初期燕山运动的基础上再经第三纪喜马拉雅运动所形成的<sup>[18]</sup>。众所周知,这一时期裸子植物从衰退到剧减,有花植物已产生并迅速扩散<sup>[10]</sup>,可见这段时期3个地区不同的地貌、地势奠定了其有花植物区系发生起源差异的基础。③依E.B. 吴鲁夫的研究“加强的造种作用及种的地理系列发端直至稍后,即第三纪后半期才开始的”<sup>[22]</sup>,换句话说,第三纪后半期至第四纪正好是植物区系种系分化与发育活跃的重要时期。然而,此时百里杜鹃林区由于地理纬度比雷公山、茂兰两地偏北,加上地势又高<sup>[19-21]</sup>,故其受冰川影响肯定大于雷公山、茂兰两地,其植物区系肯定比雷公山、茂兰贫乏,这可从第四纪古气候及古植被的研究结果中得到证实。据考证,百里杜鹃林区为温凉寒冷气候,主要植被近似于今日北京附近温带、暖温带种类较简单的针阔叶混交林<sup>[23]</sup>;雷公山为温暖湿热气候,主要植被为种类复杂的常绿落叶阔叶林<sup>[21]</sup>;茂兰为变化不大的温暖气候,主要植被为种类较多的蕨类-禾草群落及一定数量的常绿落叶针阔叶混交林<sup>[20]</sup>。综上所述,由于地史差异,导致百里杜鹃林区、雷公山、茂兰3个地区的自然地理条件发生了一系列的分异,进而影响到植物区系的发生起源、演化扩展、种系发育与分化及其格局形成。从实际情况来看,百里杜鹃林区在植物区系地理区划上属于中国-喜马拉雅森林植物亚区中的云南高原地区<sup>[4]</sup>,世界广布成分占15.2%、热带性质成分占22.0%、温带性质成分占61.8%、中国特有成分占1.0%,种子植物总计45科79属114种<sup>[19]</sup>。雷公山与茂兰同属于中国-日本森林植物亚区中的滇黔桂地区<sup>[4]</sup>,它们的世界广

布成分分别占9.5%和6.4%, 热带性质成分分别占39.0%和61.2%, 温带性质成分分别占47.2%和28.0%, 中国特有成分分别占4.3%和4.4%, 种子植物总计分别为146科425属825种和137科389属770种<sup>[20,21]</sup>。这说明, 百里杜鹃林区植物区系科属种数及各种成分的比例与雷公山、茂兰两地完全不同, 而雷公山与茂兰更接近。由此看来, 本文所构建的植物区系基本特征的参数综合表达式所算出的结果与实际情况是吻合的。

若将本文所构建的植物区系基本特征的参数综合表达式计算出的结果强化在植物区系区划中, 其作用会更加明显。它有助于将植物区划中的人为主观性程度减少到最低限度。关于植物区系基本特征的参数综合表达, 还许多极有价值而又暂时无法以数量形式描述的定性特征, 如区系起源与演化等未加考虑<sup>[24]</sup>, 有待于今后进一步深入研究与探索。

## 参 考 文 献

- 1 左家哺. “关于建立植物区系特征参数的设想”的理论问题. 武汉植物学研究, 1991; 9(4): 383—388
- 2 Takhtajan A L, (黄观程译). 世界植物区系区划. 北京: 科学出版社, 1983
- 3 Schmithüsen J. Allgemeine vegetationsgeographie. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1961
- 4 吴征镒, 王荷生. 中国自然地理(植物地理)上册. 北京: 科学出版社, 1983
- 5 张宏达. 华夏植物区系的起源与发展. 中山大学学报(自然科学版), 1980(1): 89—98
- 6 张宏达. 从印度板块的漂移论喜马拉雅植物区系的特点. 中山大学学报(自然科学版), 1984(4): 93—101
- 7 张宏达. 大陆漂移与有花植物区系的发展. 中山大学学报(自然科学版), 1986(1): 1—16
- 8 Good R. The geography of flowering plants (4th ed.). London: Spottiswoodes, Ballantyne & Co. Ltd., 1974
- 9 左家哺. 植物区系的数学研究概况. 贵州科学, 1990; 8(1): 63—69
- 10 左家哺. 植物区系的数值分析. 云南植物研究, 1990; 12(2): 179—185
- 11 Pters J A. A new approach in the analysis of biogeographical data. Smithsonian Contrib Zool, 1971: 107
- 12 彭春良. 关于建立植物区系特征参数的设想. 武汉植物学研究, 1989; 7(1): 49—54
- 13 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: 35
- 14 Smith A C. The presence of primitive angiosperms in the amazon basin and its significance in indication migrational routes. Atas do Simpósio Sobre a Biota Amazonica, 4(Bot.): 37—59
- 15 左家哺. 多个地区植物区系丰富性的综合评判. 贵州科学, 1990; 8(4): 80—86
- 16 李鼎甲, 陶和平. 划分自然垂直带综合模型的探讨及其应用. 大自然探索, 1989; 8(4): 29—35
- 17 陈貽源. 模糊数学. 武汉: 华中工学院出版社, 1984: 154—163
- 18 左家哺, 杨作梁. 贵州森林植物区系的初步研究. 贵州林业科技, 1990; 18(1): 34—43
- 19 刘振业主编. 贵州百里杜鹃林区科学考察集. 贵阳: 贵州省科学技术协会, 1985
- 20 周政贤主编. 茂兰喀斯特森林考察集. 贵阳: 贵州人民出版社, 1987
- 21 周政贤主编. 雷公山自然保护区科学考察集. 贵阳: 贵州人民出版社, 1989
- 22 吴鲁夫 E B (仲崇信, 张梦庄译). 历史植物地理学引论. 北京: 科学出版社, 1960: 24
- 23 贵州省地质学会地层古生物专业委员会编. 贵州地层古生物论文集(第1集), 贵阳: 贵州人民出版社, 1983
- 24 Raven P H, Axelrod D I. Angiosperm biogeography and past continental movements. Ann Miss Bot Gard, 1974; 61: 539—673

# THE INTEGRATIVE EXPRESSION OF PARAMETER ON THE FUNDAMENTAL CHARACTERISTICS OF FLORA

Zuo Jiafu

(Hunan Technical College of Forestry, Hengyang 421005)

**Abstract** In this paper the methods of quantitative description and treatment of six kinds fundamental characteristics of flora was established as follows:

1. Floristic abundance

$$A_{iq} = n_{iq} / M_q \quad (1)$$

2. Floristic resemblance

$$R_{iq} = a_{iq} / M_q \quad (2)$$

3. Floristic acientness

$$O_{iq} = \frac{n_{iqu} / n_{iq}}{m_{qu} / M_q} \quad (3)$$

4. Floristic growth of speciation

$$S_{iq} = \frac{n_{iq} - 1 / n_{iq}}{M_q - 1 / M_q} \quad (4)$$

5. Complex of floristic elements

$$F_{iqp} = \frac{n_{iqp} / n_{iq}}{M_{qp} / M_q} \quad (5)$$

6. Endemicity of floristic elements

$$E_{iq} = \frac{e_{iq} / n_{iq}}{e_q / M_q} \quad (6)$$

Secondary, the fuzzy mathematical methods of comprehensive judgement which had been used for the integrative comparison and evaluation of six kinds quantitative targets on the fundamental characteristics of flora was introduced. The integrative expressive formula of parameter on the fundamental characteristics of flora was established as follows:

$$d_i = f(d_{1i}, d_{2i}, d_{3i}) \quad (i \leq t) \quad (7)$$

Last, based on the analysising of the spermatophyte floristic fundamental characteristics of 3 single flora, the applied circumstance of the integrative expressive formula of parameter on the fundamental characteristics of flora was discussed. The results was in correspondence with the paracticable circumstances.

**Key words** Flora; Fundamental characteristics; Parameter; Integrative expression