

## 运用数学方法研究植物区系地理

左家哺

(湖南林业专科学校, 衡阳421005)

### 摘要

本文对植物区系地理学中区系丰富性、区系相似性、区系成分划分及其区系区划等几个基本问题,在应用数学方法研究的现状进行了评述。本文指出了应用数学方法研究植物区系地理学中存在且亟待解决的几个重要的理论与实际问题。

**关键词:** 植物区系地理学; 数学方法; 评述

自丹麦学者 J. F. Schouw 1823 年发表《普通植物地理学概要》以来,植物区系地理学得到了很大的发展,如 A. Engler、L. Diels、R. Good、W. Szafer、A. L. Takhtajan、F. Ehrendorfer、T. J. Crovello、P. H. Raven 和 D. J. Axelrod、吴征镒、张宏达等人从不同方面、不同角度做了许多出色的工作<sup>[19, 20, 22-25, 29-33, 36, 37, 39]</sup>。当然,由于他们各自掌握的材料、研究问题的角度与其环境不同,以及植物区系地理的经典研究方法存在某些局限性等原因,导致某些同一问题的研究结论分歧较大,甚至完全相反<sup>[19, 20, 22-25, 29, 33, 36, 37, 39]</sup>。由此,一些学者试图应用多元统计分析、模糊数学、图论、信息论等数学方法来探讨植物区系地理问题。本文对这方面的研究现状进行粗浅的评述,并对某些存在又亟待解决的问题阐明了自己的看法。

### 植物区系丰富性的综合分析

以往多个地区植物区系丰富性的综合比较都是列表进行(例如表 1)。实质上,这种方法并没有说明哪个区系最丰富、哪个区系最贫乏、它们的丰富性次序等问题。为此,作者提出了综合系数法<sup>[2,3]</sup>并应用模糊数学中的综合评判法<sup>[4]</sup>进行了区系丰富性综合分析比较研究,然后根据参数估计方法<sup>[5]</sup>对综合评判结果进行划分,结果如表 2。从表 2 看出,这些方法对于解决植物区系丰富性的综合分析是行之有效的数学手段。

### 植物区系的相似性分析

从表 1 看出,湖南与海南种子植物区系科、属数目十分接近,能否表明它们的区系是一致

表1 中国若干省区种子植物区系丰富性的统计与比较  
Table 1 Statistics and comparison on the floristic abundance of seed plants among some provinces or regions in China

Categories	Guizhou	Yunnan	Sichuan	Guangxi	Hunan	Hubei	Guangdong	Anhui	Hainan
Family no.	198	240	191	235	203	172	232	155	203
Genera no.	1414	1984	1501	1545	1113	1098	1612	935	1116
Species no.	4951	13000	8546	5443	3681	3876	6063	3020	2860

表2 中国若干省区种子植物区系丰富性的综合分析结果  
Table 2 Comprehensive analysis of floristic abundance of seed plants in some provinces or regions in China

Methods	Yunnan	Sichuan	Guangdong	Guangxi	Guizhou	Hunan	Hubei	Hainan	Anhui
Integrative coefficient	1.921	0.470	0.367	0.250	-0.115	-0.535	-0.665	-0.676	-1.018
Comprehensive judgement	0.189	0.133	0.124	0.118	0.106	0.091	0.085	0.084	0.073
Parameter estimation	Richest		Richer				Rich		poor

呢? 答案显然是否定的。由于它们所组成的科属并非全部相同(共有), 故这种一致仅仅是“表相”的一致。因此, 植物区系的相似性分析显得很有必要。目前, 很多学者采用 Jaccard 或 Czecanowski 公式来研究其区系相似性; 然而, 不同的相似公式其计算结果亦不同, 120 多种相似公式中, 哪些适合植物区系的相似性分析呢? 作者曾经应用综合评判—参数估计二者结合的方法<sup>[6]</sup>, 确定了 Czecanowski、Ochiai、Kulczynski 对称性信息系数和非对称性信息系数等五个相似公式最适合植物区系相似性分析(这个问题将进一步专文分析); 徐克学亦指出, 非对称性关联系数对于生物地理学研究具有特殊的意义<sup>[40]</sup>。据此, 作者以贵州润楠属 *Machilus*、含笑属 *Midwelia*、槭树科 *Aceraceae*、猕猴桃属 *Actinidia*、壳斗科 *Fagaceae*、金缕梅科 *Hamamelidaceae* 以及中国竹亚科 *Bambusoideae* 特有属等类群为例。进行了区系相似性研究, 结果是“贵州与广西、湖南的区系地理关系比与云南、四川更为亲近”, 并从古地理背景、大陆漂移作出了解释, 结合古地史资料推断了这些类群的起源与散布<sup>[5, 7-11]</sup>。结论还认为, 王荷生所拟定的相似系数等级是适合植物(种)区系相似性分析的<sup>[1]</sup>。徐炳声等应用 Jaccard 公式和 UPGMA 法研究了我国荚蒾属 *Viburnum* 的分布式样, 结果是: 在区系地理上, 我国台湾与大陆、日本存在着比马来西亚更密切的亲缘关系<sup>[27]</sup>。郝思军等分别应用 Jaccard 和 McConnaughy 二个公式以及 UPGMA 和 PCA 二种方法, 讨论了舟山群岛与其它地区的区系亲缘关系, 获得了“舟山群岛与江苏、浙江植物区系有着密切的亲缘关系和相似性, 以及与日本、台湾植物区系的联系则不如一般所认为的那样亲近”的重要结论<sup>[26]</sup>。此外, 彭春良提出了三个植物区系特征参数来阐明区系从发生发展到形成现状过程中其地理亲缘关系的综合相似性<sup>[28]</sup>, 对于该文理论上的某些缺陷作者已有专文述及<sup>[12]</sup>。

总之, 应用相似公式研究植物区系的相似性及其地理亲缘关系的意义十分明朗, 亦被越来越

越多的学者所接受与采用。但是,如何将已有的系统发育资料甚至古地理、古植物学成果与植物区系相似性分析有机地结合在一起,并应用数学方法来综合描述与研究是一个有重要意义的理论课题。

### 植物区系成分的数学划分

目前,应用数学方法研究植物区系成分主要限于地理成分方面。作者曾应用信息、模糊图论、等级聚合分类等方法进行了贵州含笑属、中国油杉属 *Keteleeria*、三尖杉属 *Cephalotaxus*、竹亚科 12 个特有属等类群的植物区系地理成分的划分,建立了专门构造植物地理分布的模糊相似关系及其矩阵的信息系数减数法,提出了辨识各地理成分间亲缘关系的绝对节点高度—图论法,以及地理成分划分阈值的最大相对节点高度法;结果表明,所划分的地理成分与实际情况十分接近,能够客观而又准确地揭示植物地理成分的某些本质特性<sup>[7, 13-17]</sup>。此外, P. H. A. Sneath 应用 PCA 法也研究了与大陆漂移有关的松柏类植物分布<sup>[37]</sup>。当然,关于植物区系成分的数学划分也存在二个重要问题需要解决:一是对于分布区与其它种类分布区之间无任何联系植物的分布数据如何设计,若以非标量值作为分布数据,又如何将分布区转换为坐标系以及如何取值;二是如何把地理成分与发生、历史、迁移、生态四类成分有机地结合在一起,并以数学方法来描述与研究。

### 植物区系的数学区划

目前,关于应用数学方法进行植物区系区划的讨论文献比较少。作者曾应用信息与模糊图二种方法;分别以贵州含笑属、中国油杉属植物分布型为标志进行了我国江南广大地区(含台湾、海南)的植物区系区划,其结果与吴征镒的结论<sup>[19, 20]</sup>基本一致,并从数学计算结果、根据各地区系性质、地理亲缘关系、区系系统性、板块碰撞及旋转,甚至古地理与古植物资料讨论了我国华南南部、台湾、海南的区系归属,结果支持将这些地区归入泛北极植物区<sup>[7, 14]</sup>。作者根据贵州常绿杜鹃的区系地理的数值分析结果,以及区系组成、性质、植被、生态地理、优势种替代规律、古地理背景及其古植物区系发生发展等资料,详细讨论了中国—喜马拉雅与中国—日本两森林植物亚区在贵州境内的分界线,结论认为吴征镒所划的界线<sup>[19, 20]</sup>过于偏东<sup>[10]</sup>。徐炳声等人以中国莢蒾属分布型为标志,应用 UPGMA 法将全国区划为二个植物区(含八个亚区),还根据自然地理、气候、植被资料论述了各亚区间的地理亲缘关系<sup>[26]</sup>。此外,还有 P. Frankenberg 提出了分布区型图谱法,以此研究了植物区系区划<sup>[34, 35]</sup>,郑度也曾用此法研究了我国西藏植物区系的区划,结果很好<sup>[12]</sup>。但必须考虑到植物区系并非由单个或某几个因素所左右,而是众多因素相互交错、综合影响而形成的。因此,应用数学方法作区系区划应通盘权衡考虑。在此,作者提出一些技术路线与程序供参考:1. 将待区划的地区划分成若干个面积相等或近相等的小网格单位;2. 每个网格单位确定如图 1 中的三级 16 类因素(根据实际情况还可以增加第四级因素),其中,第 1—8 类因素为辅助因素、第 9—16 类因素为主导因素;把各类因素换算为数量指标;3.

确定各类因素的权重并对数量指标进行转换; 4. 应用各种数学分类方法, 借助电子计算机进行数据处理可获得归类结果; 5. 据拟定的区划等级及其区系单元对归类结果作分层处理, 即可完成该地区植物区系区划。当然, 这里有以下三个问题需要解决: 一是如何以数量形式描述区系古老性、特有性、起源与历史, 以及古地理的各类因素; 二是如何确定各类因素的权重; 三是如何以数学形式作分层处理。

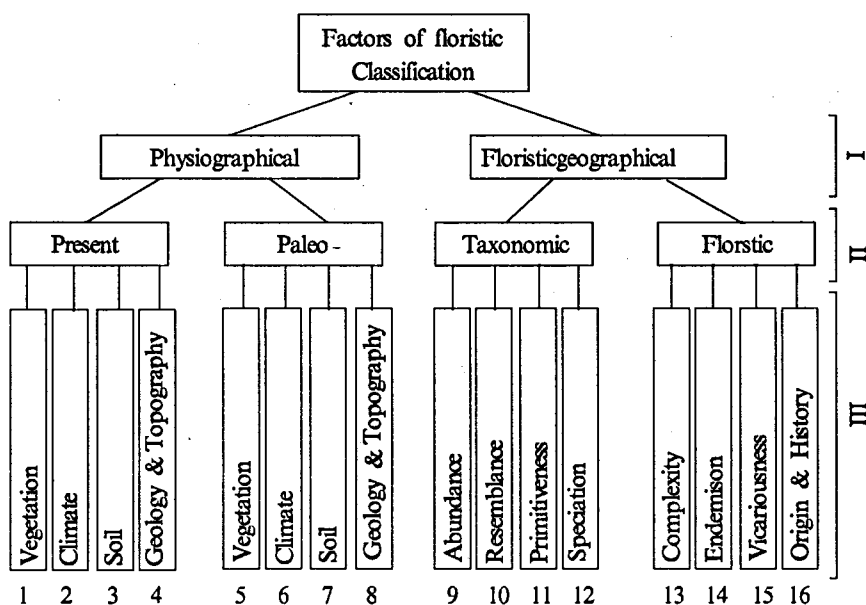


图1 植物区系区划研究的因素及其等级

Fig. 1 Factors and its grades in the study of floristic classification

### 参考文献

- [1] 王荷生, 中国种子植物特有属的数量分析. 植物分类学报, 1985, 23(4):241-258.
- [2] 左家嘯, 植物区系的数值分析. 云南植物研究, 1990, 12(2):179-185.
- [3] 左家嘯, 植物区系学的数学研究概况. 贵州科学, 1990, 8(1):63-69.
- [4] 左家嘯, 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.
- [5] 左家嘯, 中国竹亚科特有属区系地理的数值研究—I. 基本成分的分析. 竹子研究汇刊, 1991, 10(3):18-27.
- [6] 左家嘯, 植物区系相似性分析中相似系数的确定. 铜仁林业杂志, 1991, (1):23-27.
- [7] 左家嘯, 贵州含笑属的分类、地理分布与区系成分. 黔南林业科技, 1988, (1):1-10.
- [8] 左家嘯, 贵州槭树科植物区系与分布的初步研究. 武汉植物学研究, 1990, 8(3):227-234.
- [9] 左家嘯, 贵州猕猴桃属植物的区系地理与分布. 经济林研究, 1988, 6(2):20-23.
- [10] 左家嘯, 贵州壳斗科植物区系地理的初步研究. 贵州林业科技, 1990, 18(3):54-59.

- [11] 左家哺, 贵州金缕梅科植物区系地理学的初步研究. 贵州林业科技, 1991, 19(1):1-6.
- [12] 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):383-386.
- [13] 左家哺, 应用模糊聚类分析方法划分贵州含笑属植物区系地理成分. 云南植物研究 1989, 11(4):415-422.
- [14] 左家哺, 中国油杉属分布型与植物区系分区关系的模糊分析. 中南林学院学报, 1989, 9(2):199-205.
- [15] 左家哺, 植物区系地理成分的等级聚合分类研究. 贵州教育学院学报(自然科学版), 1991, (1):72-81.
- [16] 左家哺, 图论在中国三尖杉属植物区系地理成分划分中的应用. 云南植物研究, 1991, 13(2):153-159.
- [17] 左家哺, 中国竹亚科特有属区系地理的数值研究 - II. 区系成分的模糊分析. 竹子研究汇刊, 1991, 10(4): 12-20.
- [18] 左家哺, 贵州常绿杜鹃亚属区系地理的数值研究. 贵州科学, 1993, 11(1):82-89.
- [19] 吴征镒, 论中国植物区系的分区问题. 云南植物研究, 1979, 1(1):1-22.
- [20] 吴征镒, 王荷生, 中国自然地理. 植物地理(上). 科学出版社, 1983.
- [21] 郑度, 西藏植物区系地理区域分异的探讨. 植物学报, 1985, 27(1):84-93.
- [22] 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.
- [23] 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.
- [24] 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, (3):1-11.
- [25] 张宏达, 江润祥, 毕培曦, 尼泊尔植物区系的起源及其亲缘关系. 中山大学学报(自然科学版), 1988, (2): 1-12.
- [26] 郝思军, 徐炳声, 缪柏茂, 舟山群岛植物区系地理的数值研究. 植物分类学报, 1989, 27(6):405-420.
- [27] 徐炳声, 缪柏茂, 中国荚蒾属分布式样的数值分析. 植物分类学报, 1988, 26(5):329-342.
- [28] 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.
- [29] A. L. Takhtajan (黄观程译), 世界植物区系区划. 科学出版社, 1988.
- [30] Crovello, T. J., Quantitative biogeography: An overview. Tax., 1983, 30(3): 563-575.
- [31] Diess, L., Pfoanzengeographie. 2. Aufl., Berlin, 1918.
- [32] Ehrendorfer, F., Die florenreiche der Erde und ihre Florenund Vegetationshebite. In: Strasburger E., (ed.) Lehrbuch der Botanik. 30. Aufl., Jena, 1971: 765-774.
- [33] Engler, A. Die Pflanzenwelt Afrikas, insbesond ere seiner tropischen Gebiet (I, II, III, V (1)). Leipzig, 1908, 1910, 1915, 1925.
- [34] Frankenberg, P. Methodische Überlegungen Zur floristischen Pflanzenelgraphie. Erdkunde, 1978, 32(4): 251-258.
- [35] Frankenberg, P. Florengographische Untersuchungen im Raumes der Sahara Ein Beitrag Zur Pflanzengeographischen Differenzierung des nordafrikanischen Trockenraumes. Bonner Geogr. Abh., 1978, H58.
- [36] Good, R., The geography of thd flowering plants (4th ed.). London, 1974.
- [37] Raven, P. H. and D. J. Axelrod, Angiosperm biogeppraphy and past continental movements. Ann. Miss. Bot. Gard., 1974, 61(3):539-673.
- [38] Sneath P. H. A., Conifer distributions and continental drift. Nature, 1967, 215: 467-470.
- [39] Szafer W., Zarys ogolnej geograffii roslin. Warszawa, 1952.

- [40] Xu K. X., On the quantitative representation of resemblance in biology — Association coefficients. *Cathaya*, 1989, 1:93–108.

## ON THE STUDY OF FLORISTIC GEOGRAPHY BY USING MATHEMATICAL METHOD

Zuo Jiafu

(*Hunan Forestry Technical College, Hengyang 421005*)

### Abstract

Current situation of studies on floristic geography by using mathematical methods in integrative analyses of floristic abundance and floristic resemblance, on classifications of floristic elements and floristic units are briefly reviewed. The theoretical and practical problems in such studies that are in need of solving are discussed.

**Key words:** Floristic geography; Mathematical method; Review