

植物特有现象的量化

苏志尧

(华南农业大学林学院, 广州, 510642)

摘要 过去有关特有现象的研究主要限于定性的分析, 可比性和精确性较差. 该文尝试引入特有现象的量化指标, 以推动特有现象的分析研究从定性水平向定量水平迈进. 所引入的4种量化指标分别是: 特有水平、特有系数、特有度以及特有综合指数. 对每种量化指标都给出了数学表达式, 说明了其区系学意义, 例证和界定了这些指标在植物区系分析中的应用, 结果表明, 它们有良好的适用性. 这些指标充分地包含了植物系统学和植物区系学的信息. 结合定性分析, 这些指标的应用将增强植物区系研究的可比性, 使植物区系特有现象的分析达到更精确的水平.

关键词 特有现象; 特有水平; 特有指数; 特有度; 特有综合指数

中图分类号 Q 948.5

植物特有现象是指植物的分布局限于特定的区域, 其分布范围有一定的限制. 特有现象在植物区系的分析中具有举足轻重的意义. 它可指明某个植物区系的性质(如古老性和孤立性程度等), 并可作为植物区系区划的一种重要标准(苏志尧等, 1994). 因而植物的特有现象历来都受到植物区系和植物地理学工作者的高度重视. 此外, 植物特有现象的研究对于生物多样性的保护以及揭示生物多样性的形成机制也起着重要的作用(张宏达, 1997). 论述特有现象的文献卷帙浩繁, 但迄今, 对植物特有现象的分析基本上处于定性的水平, 其方法是统计某一区系的特有成分的数目, 然后从植物系统学和植物地理学的角度作出分析. 这种状况限制了特有现象分析的精确性和可比性, 也限制了特有现象分析的更广泛应用. 有鉴于此, 本文作者在过去研究工作的基础上, 根据现有的植物区系学研究水平和发展趋势, 引入了植物特有现象的量化指标, 提出并界定了特有水平、特有化系数、特有度以及特有现象综合指数这4个量化指标, 并给出了具体的数值表达式, 以期提高植物特有现象分析的精确性和可比性, 并拓展特有现象分析在多个新兴领域(如保护生物学)的应用范围; 同时, 例证了这些量化指标在植物特有现象分析中的应用.

1 植物特有现象量化指标的引入

1.1 特有水平(level of endemism, L)

定义: 某区系特有类群的数目占该区系同级类群总数的百分比称为特有水平, $0 \leq L < 1$.

分析植物区系的特有现象时, 一般从3级水平上去讨论, 即特有科(endemic families)、特有属(endemic genera)和特有种(endemic species). 当应用量化的特有水平指标时, 按照现行植物区系区划的实际, 由于在区系省以下的单位都极少有特有科, 因此, 若所研究的区系或要与之

比较的区系是在区系省或省级以下的区系单位, 则只需求算属级和种级的特有水平; 科级特有水平可用于对区系单元“域”(kingdom)级的比较. 但有几个东亚植物区系中的单型科, 如大血藤科(Sargentodoxaceae)、伯乐树科(Bretschneideraceae)、星叶科(Circaeasteraceae)等却可能在区系省级区划中存在科级特有水平.

依据所给出的特有水平定义, 科级特有水平、属级特有水平、种级特有水平的数学表达式如下:

(1) 科级特有水平(level of familial endemism): $L_f = \sum F_e / \sum F \times 100\%$, 式中, L_f 为科级特有水平, F 为某区系的科数, F_e 为某区系特有科(endemic families)数. $0 \leq L_f < 1$.

(2) 属级特有水平(level of generic endemism): $L_g = \sum G_e / \sum G \times 100\%$, 式中 L_g 为属级特有水平; G 为某区系的属数; G_e 为某区系的特有属(endemic genera)数. $0 \leq L_g < 1$.

(3) 种级特有水平(level of specific endemism): $L_s = \sum S_e / \sum S \times 100\%$, 式中 L_s 为种级特有水平; S 为某区系的种数; S_e 为某区系的特有种(endemic species)数. $0 \leq L_s < 1$.

1.2 特有系数(coefficient of endemism, C)

定义: 某区系中包含特有类群的更高级分类单位的数量与该级特有类群数量之比称为特有系数. $0 \leq C \leq 1$.

特有系数可以揭示一个区系中特有类群种属的繁衍程度. 根据以上定义, 可以从 2 个方面加以量化的描述:

(1) 属级特有系数(coefficient of generic endemism): $C_g = \sum f / \sum G_e$, 式中 C_g 为属级特有系数, f 为包含特有属的科数, G_e 为特有属数. $0 \leq C_g \leq 1$.

(2) 种级特有系数(coefficient of specific endemism): 是指某区系中包含特有种的属数与该区系的特有种数之比或某区系中包含特有种的科数与该区系的特有种数之比. 公式为: $C_s = \sum g / \sum S_e$, 以及: $C_s = \sum f / \sum S_e$, 式中, C_s 为种级特有系数, g 为包含特有种的属数, f 为包含特有种的科数, S_e 为特有种数, $0 \leq C_s \leq 1$.

1.3 特有度(degree of endemism, D)

定义: 特有度是表示特有类群分布的地理局限程度的数量指标.

由于特有现象是相对于世界广布而言的, 因而, 同是特有类群, 其分布的局限性可能相差悬殊. 特有度越高, 植物的分布区就越狭窄. 作者认为特有度应根据自然分布区域来衡量, 故提出 5 级制的特有度指标体系, 其中, 0 级为特有度最低, 即世界广布; 4 级为最高, 只分布于范围较窄的自然地理环境之下.

特有度的等级及定义: 0 级, 世界广布的分类群; 1 级, 至少在 2 个大陆都有分布的分类群; 2 级, 仅限于某个大陆分布的分类群; 3 级, 仅限于某些较大的自然地理环境下分布的分类群, 如仅分布于较大的海岛(岛屿)、高原、若干个山脉等; 4 级仅限于范围不大的山峰或特殊的自然地理环境下分布.

依照这种特有度等级来区分, 科的特有度一般为 0~2, 少见有 3, 根本不可能有 4; 属的特有度为 0~3, 很少有 4; 种的特有度为 2~4, 偶见有 1, 很少见有 0.

1.4 特有综合指数(general index of endemism, A)

定义: 特有综合指数是指某个区系中的某种特有类群的数量与全部特有类群(特有科、特

有属、特有种)数量的比值。

特有综合指数反映一个地区植物区系的特有科、特有属和特有种的总体对比情况,是特有化系数的重要补充。

依据定义,特有综合指数同样可从科、属、种三级水平给出表达式。

(1)科级特有综合指数(general index of familial endemism): $A_f = \sum F_e / (\sum F_e + \sum G_e + \sum S_e)$, 式中 A_f 为科级特有综合指数; F_e 为特有科数; G_e 为特有属数; S_e 为特有种数。 $0 \leq A_f \leq 1$ 。

(2)属级特有综合指数(general index of generic endemism): $A_g = \sum G_e / (\sum F_e + \sum G_e + \sum S_e)$, 字母代表的意义同上, $0 \leq A_g \leq 1$ 。

(3)种级特有综合指数(general index of specific endemism): $A_s = \sum S_e / (\sum F_e + \sum G_e + \sum S_e)$, 字母意义同上, $0 \leq A_s \leq 1$ 。

2 例证与分析

2.1 特有现象量化的意义

任何一个地区的植物区系都不是孤立的,总是与邻近的区系有着种种联系,甚至于在发生上与相距极远的区系都有联系。因此,区系研究中的比较分析方法非常重要。与区系的比较分析相关的一个关键问题是可比性问题。植物特有现象量化的引入,提高了区系分析的可比性和准确性。有了这些量化的指标,不同区系间就可以进一步作各种量化分析,如聚类分析,相关分析等。

从植物区系的研究现状来看,以前的区系研究一般以行政区域为限,这有其方便和实用的一面,但却是不够科学的,并且在讨论植物的特有现象时,人为地掺入了社会因素,因为植物的分布主要是对自然地理的因素作出反应,并不会理会行政区域界线。如山茶科(Theaceae)的单型属种圆籽荷(*Apterosperma oblata* H. T. Chang)和猪血木(*Euryodendron excelsum* H. T. Chang)局限分布于粤西南和桂东南的狭窄地带,但却是“跨省分布”;而单型科马尾树科(Rhoipteleaceae)的马尾树(*Rhoiptelea chiliantha* Diels et H. M.)则局限分布于越南和我国西南部,分布范围也较狭窄,但却是“跨国分布”。采用量化的5级特有度分析,可以弥补其不足。

但另一方面,由于植物同时还是一种重要的自然资源,对国民经济有着重要的意义,因而植物特有现象的国别性以及按各级行政区域划分,对于植物资源的保护与利用及评价是有益的。考虑到各种自然地理因素,当一个行政区域足够大(如省级以上),包括一种到多种自然地理环境时,这种划分就具有一定的区系学意义。如应俊生等(1984)、王荷生(1985)研究中国植物区系的特有现象、陆益新等(1989a, 1989b, 1989c)研究广西植物区系的特有现象,廖文波等(1996)研究广东植物区系的特有现象。

由于植物特有现象有着内在的复杂性,至少可以区分出古特有和新特有2种类型。最古老和最年轻的种都可能成为特有种(Good, 1964);从特有现象起源的角度来说,有学者(张宏达等, 1995)指出特有现象可有5种来源,这些不同的来源对植物区系和生物多样性的形成都有不同的意义。因此,在区系分析中,单是统计特有类群的数量是远远不够的。如果把科、属、种3个分类层次看成是一种状态,那么,科总是比属古老,属又总是比种古老,一个较年轻的区

系, 它的属内种系总是比古老的区系更发达, 通过特有化指数和特有化综合指数可以有助于分析这些细微情况。

2.2 用量化指标分析区系特有现象的例证

下面以广西大瑶山植物区系和猫儿山植物区系为例, 说明某些量化指标的应用。

大瑶山区系有特有属(即瑶山苣苔属 *Dayaoshania*) 1 个, 有特有种 40 个(大瑶山自然资源综考队, 1988), 科的特有水平为 0; 属的特有水平为 0.12%; 种的特有水平为 1.7%; 属级特有现象综合指数为 0.024, 种级特有现象综合指数为 0.98。

猫儿山没有特有属, 特有种为 11 个(李光照, 1985), 因此, 属的特有水平为零; 种的特有水平为 0.7%; 特有现象综合指数为 1。进一步的分析还可以通过确定两地特有类群的分布区来评定其特有度, 以对其作出深入的比较分析。

由 2 区系这几个特有现象的量化指标可以看出, 与猫儿山相比, 大瑶山的植物区系孤立程度更高一些。这与两地的地质历史也是相适应的。两者都是较古老的山体, 但大瑶山自印支运动再次隆起后, 不曾再受海侵, 至今已有 2 亿年的历史, 而猫儿山是由燕山运动形成的(廖文新等, 1978), 至今约有 135~180 万年历史。

选取大瑶山和猫儿山植物区系作为例证, 仅是为了简明起见, 这些量化指标应用于面积更大的区系中, 比较的效果将更好, 在那种情况下, 应该占有更为详尽的区系资料, 有收录齐全和精确度高的名录以供统计求算。名录的精确度越高, 求算出的量化指标值的可比性就越强。

3 讨论

在上文中, 作者给出了植物特有现象的量化指标, 并对其应用作了简要的例证和说明。但必须指出, 这些指标只是分析植物特有现象的最基本参数, 所给出的公式也是最简单的数学模型。在实际的分析中, 还可结合特有植物的生态学特点, 濒危状况等, 在这些基本模型的基础上, 根据不同的分析目的建立更完善和更准确的模型。当前植物区系学研究的一种趋势是与生物多样性保护和持续利用相结合, 在方法上则结合分子生物学的手段。这样区系学研究在生物遗传资源的保护和利用方面就起到了更为重要的作用, 在这种情况下, 引入植物特有现象的量化指标, 除了增加区系研究的可比性和精确性外, 对于揭示植物的致濒原因以及促进保护生物学研究的发展都有着重要的意义。

参 考 文 献

- 大瑶山自然资源综考队. 1988. 广西大瑶山自然资源考察. 上海: 学林出版社, 164~185
- 王荷生. 1985. 中国种子植物特有属的数量分析. 植物分类学报, 23(4): 241~258
- 李光照. 1985. 猫儿山植物区系的初步研究. 广西植物, 5(3): 211~226
- 应俊生, 张志松. 1985. 中国植物区系中的特有现象——特有属研究. 植物分类学报, 22(4): 259~268
- 陆益新, 黄广宾, 梁畴芬. 1989 a. 广西特有植物的研究. 广西植物, 9(1): 37~58
- 陆益新, 黄广宾, 梁畴芬. 1989 b. 广西特有植物的研究. 广西植物, 9(2): 119~186
- 陆益新, 黄广宾, 梁畴芬. 1989 c. 广西特有植物的研究. 广西植物, 9(3): 201~210
- 苏志尧, 张宏达. 1994. 广西植物区系的特有现象. 热带亚热带植物学报, 2(1): 1~9
- 张宏达, 廖文波, 苏志尧. 1995. 岭南亚热带种子植物区系研究. 见: 本书编辑组编. 张宏达文集. 广州: 中山大学出版社, 72~99
- 张宏达. 1997. 植物特有现象与生物多样性. 生态科学, 16(2): 9~17

廖文新, 赵思林. 1978. 广西自然地理知识. 南宁: 广西人民出版社, 1~6

廖文波, 苏志尧, 张宏达. 1996. 广东种子植物区系特有属研究II. 中山大学学报, 35(6): 74~79

Good R. 1964. The Geography of the flowering plants. 3rd edition. London: Longmans Green & Co Ltd. 45~47

Quantification of Floristic Endemism

Su Zhiyao

(College of Forestry, South China Agric. Univ., Guangzhou, 510642)

Abstract Plant endemism is the key problem in floristic study. Analysis of endemism in a flora has significant implications in demonstrating floristic richness and diversity, the relationship between plants and their environment, and also in conserving biodiversity of the flora. In view of the situation that most of the past studies on endemism were qualitative, this study is the first tentative approach to the introduction of quantitative indices to the analysis of floristic endemism, with an purpose to push the study of endemism from qualitative to quantitative. Four quantitative indices are introduced, i. e. level of endemism (L), coefficient of endemism (C), degree of endemism (D) and general index of endemism (A). Mathematical formulae have been given to each of the above indices and explanations for them have been presented, and the scope of their use in floristic studies has been delimited and exemplified in this paper. The result shows that they are of good applicability. The proposed indices embody full information of plant systematics and plant geography. With the aid of qualitative analysis, the application of the proposed indices will improve the comparability and precision of endemism study in floristics.

Key words endemism; level of endemism; coefficient of endemism; degree of endemism; general index of endemism

【责任编辑 柴 焰】