

神农架南坡送子园珍稀植物群落的  
区系及生态特征研究<sup>\*</sup>

江明喜 吴金清

葛继稳

(中国科学院武汉植物研究所 武汉 430074) (湖北省野生动植物保护站 武汉 430070)

**提 要** 研究了分布于神农架南坡的珍稀植物群落的区系及生态学特征。结果表明: 珍稀植物群落中有维管束植物 126 种, 隶属于 108 属 64 科。其中, 第一批珍稀保护植物 9 种, 占神农架地区珍稀植物总数的 27.3%, 珍稀植物群落具温带特性。群落外貌以高位芽为主, 占 65.9%; 叶以中型叶占优势, 达 62.7%; 叶质以纸质为主, 占 84.1%; 叶型以单型叶为主, 为 83.3%; 叶缘以非全缘为主, 占 69.8%。群落垂直分层明显, 可分为乔木层、灌木层和草本层。根据重要值, 珍稀植物群落可分为 3 种类型, 连香树+ 涓毛绸李群落、珙桐+ 木姜子群落、涓毛绸李+ 地锦槭群落。不同珍稀植物群落乔木层物种多样性变化较小, 均匀度值较高, 表明珍稀植物群落结构的复杂性和群落发展的相对稳定性。

**关键词** 神农架, 珍稀植物群落, 区系, 生态特征

中图分类号: Q948.15<sup>+</sup> 8 文献标识码: A 文章编号: 1000-470X(2000)05-0368-07

STUDIES ON FLORA AND ECOLOGICAL FEATURES OF  
ENDANGERED PLANT COMMUNITIES IN SONGZIYUAN,  
THE SOUTHERN SLOPE OF MT. SHENNONGJIA

Jiang Mingxi Wu Jinqing

Ge Jiwen

(Wuhan Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences Wuhan 430074) (Hubei Conservation Station of Wild Animal and Plant Wuhan 430070)

**Abstract** Flora and ecological features of endangered plant communities distributing in Songziyuan, southern slope of Mt. Shennongjia are studied in the paper. The results show that there are 126 vascular plant species, belonging to 108 genera 64 families in the communities and 9 endangered plant species, accounting for 27.3% of the total amount of endangered plant in Mt. Shennongjia. The communities have temperate character. In physiognomy of community, phanerophytes dominated in life form, is 65.9%; mesophyll in leaf form is 62.7%; herbaceous in leaf texture is 84.15; simple leaf is 83.3%; unentire leaf in leaf margin

收稿日: 2000-03-30, 修回日: 2000-07-16。第一作者: 男, 1965年生, 副研究员, 从事植物生态学和保护生物学研究。  
国务院三峡工程建设委员会办公室, 中国长江三峡工程开发总公司资助项目 《三峡库区陆生动植物监测子系统》  
<sup>\*</sup> 的研究内容; 中国科学院武汉植物研究所所长基金资助项目。

is 69.8%. Communities have a distinct stratification which can be divided into three layers. Communities can be recognized as three types according to value of importance of species: com. *Cercidiphyllum japonicum*+ *Padus wilsonii*, com. *Davidia involucrata*+ *Litsea pungens*, com. *Cercidiphyllum japonicum*+ *Acer mono*. The index of species diversity of tree layer have little change among communities and evenness are high. The results indicate that the communities have complex structures and now are the relative stabilities.

**Key words** Shennongjia, Endangered plant community, Flora, Ecological feature

保护生物学是面对全球生物多样性危机而迅速发展起来的一门新兴的综合性学科, 珍稀物种的保护研究是该学科重要研究内容之一<sup>[1]</sup>。为了确定珍稀物种的保护方法, 首先必须了解影响物种数量的因素。由于植物自身生物生态学特征和环境的空间异质性, 在一些空间尺度上, 许多植物表现为斑块状分布。斑块状分布因人类活动造成生境破坏和片段化而进一步加强。所以, 预测物种绝灭或确保物种持续生存需要多个空间尺度上生态的和进化的资料。目前, 生态学方面的研究主要聚焦在群落结构、物种组成、植物种间联结、竞争的相互影响、生境需求、生境的描述、繁殖和授粉生态学等方面<sup>[2]</sup>。

神农架地处我国北亚热带向暖温带的过渡地段, 区内山脉纵横, 生境多样, 是我国重要天然林区之一, 蕴藏着丰富的森林资源和物种资源, 素有“绿色宝库”之称。第四纪以来受北面秦岭山脉庇护免遭冰川直接侵袭而成为许多古老植物的避难所。由于人口的增加和人类经济活动的日益加剧, 使该区森林植被和物种资源遭到严重破坏, 海拔 1 600 m 以下的常绿阔叶林, 常绿、落叶阔叶混交林分布面积日益缩小。如何保护好神农架地区的珍稀濒危植物显得十分重要。对神农架地区珍稀植物的研究主要集中在珍稀植物的分布<sup>[3]</sup>及个别珍稀植物群落的描述上<sup>[4]</sup>。本文是笔者从群落学角度对神农架南坡珍稀植物进行研究后整理而成, 以期对神农架地区生物多样性的保护和自然保护区建设提供科学依据。

## 1 自然概况

神农架山脉位于湖北省西北部的长江上游北岸, 地理位置约为北纬 31°15' ~ 31°57', 东经 110°56' ~ 110°58'。神农架山脉的地质构造属于大巴山山脉褶皱带, 为燕山运动所形成, 以后屡经剥蚀会趋准平原化。由于喜马拉雅造山运动影响, 形成很多断层, 加上抬升运动和强烈的剥蚀侵蚀作用, 形成现代山川交错、脊岭连绵、峡谷异常发育的地形。神农架山脉为大巴山山脉延伸的部分, 略呈东西走向, 而向东北部倾斜。南坡倾临长江三峡, 最低海拔 200 m。最高峰为大神农架的神农顶, 海拔 3 105 m。其它有大神农架 (3 052 m)、小神农架 (3 005 m)。整个神农架山脉相对高差在 2 700 ~ 2 905 m 之间, 且多为高山台地和 V 型深切峡谷, 发育着多数的纵深谷地, 形成深长水系。这些水系形成放射式流向。如西南面的沿渡河直接流入长江; 南面有当阳河、九冲河汇入香溪河流入长江。

研究地点位于神农架南坡的湖北省巴东县堆子场乡送子园村的瓦缸溪和小湾 (图 1), 海拔 1 400 ~ 1 580 m 之间的沟谷。由于该地区交通不便, 森林植被保存较为完整。因该区域没有气象资料, 根据海拔每升高 100 m, 气温下降 0.64℃, 推知该地年均气温为 9℃左右。土壤为山地黄棕壤。

2 研究方法

2.1 样地的设置

群落样地调查于1997年7月和9月进行。在对珍稀植物整个分布范围作全面踏察的基础上,根据群落保存完整状况,在珍稀植物分布集中地带设置1600 m<sup>2</sup>样方2个,3600 m<sup>2</sup>样方1个,共计6800 m<sup>2</sup>样地资料进行统计分析。记录样地内每一乔木树种的高度、胸围和冠幅,并将其位置定位在坐标纸上。统计样地内灌木层、草本层的种类、高度和盖度。

2.2 数据处理

群落植物生活型按 Raunkiaer 系统统计。区系成分根据吴征镒<sup>[6]</sup>的分布区类型进行统计。用常规方法计测样方中物种的重要值(相对密度、相对显著度之和)。

珍稀群落乔木层物种多样性用4种指数测度,即:

$$\text{Simpson 指数 } D = \frac{1}{\sum N_i(N_i - 1)}$$
$$\text{Shannon-Wiener 指数 } H = - \sum P_i \log P_i$$
$$\text{群落均匀度 } R = \left( - \sum P_i \log P_i \right) / \log S$$
$$\text{种间相遇机率 } PIE = \sum (N_i/N) \left[ (N - N_i) / (N - 1) \right]$$

式中,*S* 为取样中所有种的种数,*N* 为取样中所有种的个体数,*n<sub>i</sub>* 为*i* 种的个体数。

3 结果与分析

3.1 珍稀群落的区系分析

3.1.1 植物的科属组成

根据6800 m<sup>2</sup>调查结果,样地内有维管束植物126种,分属于108属64科。其中,蕨类2科3属3种。裸子植物3科3属3种(见表1)。种数最多的科只有7种,种数超过5种

表1 珍稀植物群落中科、属、种的统计

Table 1 Statistics of family, genus and species in rare plant communities

类 群 Type	科 Family		属 Genus		种类 Species							
	科数 No. of family	%	属数 No. of genus	%	木本 Wood		草本 Herb		藤本 Liana		合计 Total	
					种数	%	种数	%	种数	%	种数	%
蕨类植物 Pteridophyta	2	3.1	3	2.8	0	0	3	6.5	0	0	3.2	2.4
裸子植物 Gymnosperm	3	4.7	3	2.8	3	4.4	0	0	0	0	3	2.4
双子叶植物 Dicotyls	55	85.9	93	86.1	65	95.6	34	73.9	11	91.7	110	87.3
单子叶植物 Monocotyls	4	6.3	9	8.3	0	0	9	19.6	1	8.3	10	7.9
合计 Total	64	100	108	100	68	100	46	100	12	100	126	100

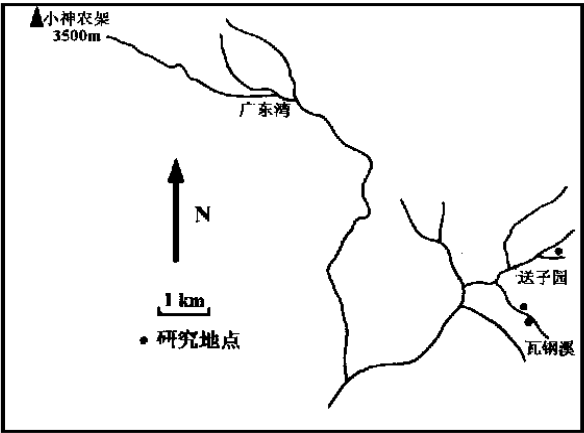


图1 取样地点的位置

Fig. 1 Location of the sampling sites

的科有蔷薇科( Rosaceae, 7 种)、虎耳草科( Sax-  
ifragaceae, 7 种)、槭树科( Aceraceae, 6 种)、忍冬  
科( Caprifoliaceae, 6 种)、百合科( Liliaceae, 6 种),  
这些科共有 32 种, 占群落物种数的 25. 4%。含  
2~ 5 种的科主要有壳斗科( Fagaceae)、毛茛科  
( Ranunculaceae)、山茱萸科( Cornaceae) 等, 共有  
51 种, 占 40. 5%; 含 1 种的科有 43 种, 占 34. 1%。  
在样地中出现的国家第一批珍稀保护植物有 9 种  
( 见表 2), 其中一级保护植物 1 种, 二级 3 种, 三级  
5 种, 占神农架地区 33 种保护植物<sup>[8]</sup>的 27. 3%。另  
有湖北省级保护植物天师栗( *Aesculus wilsonii*) 1 种。

3. 1. 2 珍稀群落的区系特征

对群落种子植物 105 属的统计分析表明( 表 3), 北温带分布占优势, 其次是东亚分  
布。北温带分布的属有槭属( *Acer*)、桦木属( *Betula*)、英迷属( *Viburnum*)、花楸属  
( *Sorbus*)、鹅耳枥属( *Carpinus*)、栎属( *Quercus*) 等 29 属。东亚分布属有水青树属( *Tetra-  
centron*)、白辛树属( *Pterostyrax*)、连香树属( *Cercidiphyllum*)、榉属( *Kerria*) 等 23 属。  
在属的分布类型中, 热带属有 29 属, 温带属有 64 属, 温带分布属占明显优势, 说明珍稀群  
落的温带性质。这一分析结果与整个神农架地区植物区系特征相一致<sup>[8]</sup>。

表 3 珍稀植物群落中属的分布区统计分析

Table 3 Distribution types of the spermatophyte in rare plant communities					
分布区类型 Areal-types	珍稀群落 Rare plant com.		神农架 Shennongjia		珍稀群落属数/ 神农架属数( % ) No. of genera in com. / No. of genera in Shennongjia
	属数	%	属数	%	
世界分布 Cosmopolitan	8	7. 6	59	7. 5	13. 6
泛热带分布 Pan-tropic	9	8. 6	96	12. 1	9. 4
热带亚洲和热带美洲分布 Trop. Asia & Trop. Amer. disjuncted	3	2. 9	11	1. 4	27. 3
旧世界热带分布 Old World tropics	4	3. 8	27	3. 4	14. 8
热带亚洲至热带大洋洲分布 Tropical Asia & Trop. Australia	0	-	23	2. 9	-
热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia to Trop. Africa	3	2. 9	22	2. 8	13. 6
热带亚洲分布 Trop. Asia	10	9. 5	47	5. 9	21. 3
北温带分布 North Temperate	29	27. 6	187	23. 6	15. 5
东亚和北美间断分布 E. Asia & N. Amer. Disjuncted	11	10. 5	67	8. 5	16. 4
旧世界温带分布 Old World Temperate	1	1. 0	60	7. 6	1. 7
温带亚洲分布 Temp. Asia	0	-	17	2. 1	-
地中海、西亚至中亚分布 Mediterranea, W. Asia to C. Asia	0	-	4	0. 5	-

表 2 样地内出现的珍稀植物种  
Table 2 The rare species appearing  
in the plots

物 种 Species	濒危等级 Rank
珙 桐 <i>Davidia involucreata</i>	—
水青树 <i>Tetracentron sinensis</i>	—
连香树 <i>Cercidiphyllum japonicum</i>	—
山白树 <i>Sinowilsonia henryi</i>	—
华 榛 <i>Corylus chinensis</i>	—
领春木 <i>Euptelea pleiospermum</i>	—
银 鹊 <i>Tapiscia sinensis</i>	—
金钱槭 <i>Dipteronia sinensis</i>	—
白辛树 <i>Pterostyrax ptilophylla</i>	—

续表 3

分布区类型 Areal-types	珍稀群落 Rare plant com.		神农架 Shennongjia		珍稀群落属数/ 神农架属数(%) No. of genera in com. / No. of genera in Shennongjia
	属数	%	属数	%	
中亚分布 C. Asia	0	—	2	0.3	—
东亚分布 E. Asia	23	21.9	117	14.8	19.7
中国特有分布 Endemic to China	4	3.8	52	6.6	7.7
合计 Total	105	100	791	100	13.3

3.2 珍稀植物群落的群落特征

3.2.1 群落外貌

珍稀植物群落林相季节变化明显,随季节变化而呈绿色至黄绿色变化。群落外貌决定于群落的层片结构(即生活型组成),现以生活型、叶的性质为指标对珍稀群落的外貌进行分析。根据 Raunkier 系统划分珍稀植物群落中出现的 126 种维管束植物的生活型(表 4),结果表明神农架珍稀植物群落以高位芽植物占优势,达 65.9%,这一数据介于我国常绿阔叶林和温带落叶阔叶林之间<sup>[9]</sup>;地面芽植物的比例也较高,居第二位,介于常绿阔叶林和温带落叶阔叶林之间,这与珍稀植物群落在神农架植被垂直带谱中的位置相一致<sup>[9]</sup>。

表 4 群落生活型谱及与其它群落的比较  
Table 4 The comparison of the community life-form spectra (%)

群落名称 Name of communities	高位芽植物 Phanerophytes	地上芽植物 Chamaephytes	地面芽植物 Hemicrypto- phytes	地下芽植物 Cryptophytes	一年生植物 Therophytes	藤本植物 Liana
神农架珍稀群落 Com. of endangered plant in Shennongjia	65.9	3.9	19.8	3.2	1.6	5.6
浙江乌岩岭常绿阔叶林 Com. of evergreen broad-leaved forest in Wuyanling, Zhejiang	72.2	0	12.5	2.8	0.6	11.9
秦岭北坡温带落叶阔叶林 Com. of deciduous broad-leaved	52.0	5.0	38.0	3.7	1.3	—

叶的特征也是构成群落外貌的重要方面,统计表明(表 5),神农架珍稀植物群落以中型叶为主,占 62.7%,小型叶次之,为 27.8%。叶质以纸质叶为主,占 84.1%,其次为革质叶,占 11.1%。叶型以单型叶为主,占 83.3%。叶缘以非全缘叶为主,占 69.8%。从叶的这些特征来看,神农架珍稀植物群落叶的性质与四川卧龙珙桐群落极为相似。在叶级方面,以中、小型叶为主,为常绿、落叶阔叶林甚至落叶阔叶林的共同特点。叶型以单叶为主,表明珍稀植物群落的原生性较强。叶质以纸质为主,应为落叶阔叶林的特征。叶缘构成中,非全缘占优势。

3.2.2 群落的垂直结构

珍稀群落高 30 m。地上成层现象明显,可划分为乔木层、灌木层和草本层。主要层为乔木层,其高度在 6~30 m 之间,盖度达 80%,可分为两个亚层;第一亚层高以 18 m 为界,主要种类有连香树、白辛树、珙桐、水青树、天师栗、绢毛稠李(*Padus wilsonii*)、花楸

表 5 珍稀群落叶的性质及与其它群落的比较

Table 5 The comparison of the character of plant leaf ( % )

群落名称 Name of community	叶级 Leaf size class*				叶质 Leaf texture**				叶型 Leaf form		叶缘 Leaf margin	
	大 M acro	中 Meso	小 Micro	微 N ano	1	2	3	4	单叶 S. leaf	复叶 C. leaf	全缘 E. leaf	非全缘 U. leaf
神农架珍稀植物群落 Com. of endangered Plant in Shennongjia	6. 3	62. 7	27. 8	3. 2	4. 8	11. 1	84. 1	-	83. 3	16. 7	30. 2	69. 8
浙江乌岩岭常绿阔叶林 Com. of evergreen Broad-leaved forest in Wuyanling, Zhejiang	6. 3	43. 2	47. 7	2. 8	19. 8	35. 2	44. 9	-	85. 2	14. 8	42. 0	58. 0
四川卧龙珙桐群落 Com. of Davidia involucrata in Wolong, Sichuan	8. 0	68. 0	20. 0	4. 0	6. 0	10. 0	82. 0	2. 0	74. 0	26. 0	-	-

\* 大型叶: 18 226 ~ 164 025 mm<sup>2</sup>; 中型叶: 2 026 ~ 18 225 mm<sup>2</sup>; 小型叶: 226 ~ 2 025 mm<sup>2</sup>; 微型叶: 26 ~ 225 mm<sup>2</sup>。  
\*\* 1. 厚革质; 2. 革质; 3. 纸质; 4. 膜质。  
\* M acrophyll: 18 226 ~ 164 025 mm<sup>2</sup>; M esophyll: 2026 ~ 18 225 mm<sup>2</sup>; Microphyll: 226 ~ 2 025 mm<sup>2</sup>; Nanophyll: 26 ~ 225 mm<sup>2</sup>。  
\*\* 1. Thick leathery; 2. Leathery ; 3. Papery; 4. M embranous.

(*Sorbus* sp.)、包石栎(*Lithocarpus cleistocarpus*) 等。第二亚层以 6 m 为界, 主要种类有木姜子(*Litsea veitchiana*)、尾叶山茶(*Camellia caudate*)、石灰花楸(*Sorbus foigneri*)、白楠(*Phoebe neurantha*)、曼青冈(*Cyclobalanopsis oxydon*)、多种槭树(*Acer* spp.) 等。

灌木层高度在 2.5 m 左右, 盖度较小, 约 30%, 主要代表种类有箬竹(*Indocalamus tessellates*)、金银木(*Lonicera maackii*)、汤饭子(*Viburnum setigerum*)、疏浚(*Deutzia discolor*)、茶藨子(*Ribes* sp.)、棣棠(*Kerria japonica*)、青英叶(*Helwingia chinensis* var. *microphylla*) 等。

草本层不发达, 盖度约为 15%, 主要种类有变豆菜(*Sanicula serrata*)、凤仙花(*Impatiens noli-tangere*)、大叶金腰(*Chrysosplenium macrophyllum*)、鳞毛蕨(*Dryopteris* sp.)、黄水枝(*Tiarella polyphylla*)、苔草(*Carex* sp)、贯众(*Cyrtomium fortunei*) 等。层间植物有中华猕猴桃(*Actinidia chinensis*)、无须藤(*Hosiea sinensis*)、三叶漆(*Rhus ambigua*) 等。

3.3 珍稀植物群落的重要值和物种多样性

3.3.1 珍稀群落重要值分析

重要值是群落中物种生态适应能力和物种在群落中所处地位的综合指标, 其大小是确定优势种和建群种的重要依据。根据重要值的大小(表 6), 群落可分为 3 种类型: 珙桐+ 木姜子群落; 连香树+ 绢毛稠李群落; 绢毛稠李+ 地锦槭群落。在前两个群落中, 珍稀物种为优势种, 在后一群落中, 珍稀物种为主要伴生种类。

3.3.2 物种多样性

物种多样性是生境中物种丰富度及分布均匀性的一个指标。它受生境中生物和非生物的各种因素的影响, 因此可以通过对多样性的研究, 揭示物种之间的相互关系, 反映群落种类组成特征及其数量对比关系。从表 7 可以看出, 几个珍稀植物群落乔木层的多样性变化不大, 大部分指数测定值变幅较小, 仅 Simpson 指数反映各样地乔木层物种多样性的差异。

表 6 物种在样地中的重要值数据

Table 6 The values of importance of species in plots

物 种 Species	样地 1 Plot 1	样地 2 Plot 2	样地 3 Plot 3	物 种 Species	样地 1 Plot 1	样地 2 Plot 2	样地 3 Plot 3
连香树 <i>Cercidiphyllum japonicum</i>	20.53	61.59	22.98	鹅耳枥 <i>Carpinus</i> sp.	7.30	5.04	1.19
珙桐 <i>Davidia involocrata</i>			32.52	金钱槭 <i>Dipteronia sinensis</i>	2.25		14.14
绢毛稠李 <i>Padus wilsonii</i>	65.27	30.01	27.80	尾叶山茶 <i>Camellia caudata</i>		2.48	10.85
木姜子 <i>Litsea veitchiana</i>		23.13	34.05	亮叶桦 <i>Betula luminifera</i>	7.92		8.31
地锦槭 <i>Acer mono</i>	42.07	22.89	25.87	枫杨 <i>Pterocarya insignis</i>		4.03	7.39
暖木 <i>Meliosma veitchiorum</i>		15.17	14.56	山白树 <i>Sinowilsonia henryi</i>			4.75
榆树 <i>Ulmus bergmanniana</i>		12.61		花楸 <i>Sorbus</i> sp.	38.1		
银鹊 <i>Tapiscia sinensis</i>		11.60	2.52	领春木 <i>Euptelea pleiospermum</i>	15.36	2.47	
建始槭 <i>Acer henryi</i>		11.22	3.59	红棕子 <i>Cornus hemsleyi</i>	11.38		
包穗柯 <i>Lithocarpus cleistocarpus</i>		9.79	6.00	四照花 <i>Dendrobenthamia japonica</i> var. <i>chinensis</i>	11.13		1.20
水青树 <i>Tetracentron sinensis</i>	19.10	7.90	8.21	灯台树 <i>Cornus controversa</i>	5.64		1.42
膀胱果 <i>Staphylea holocarpa</i>		7.11	1.29	香槐 <i>Cladrastis sinensis</i>	5.03		
青岗 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	5.90	6.04	9.68	白蜡树 <i>Fraxinus</i> sp.	2.46		
巴东栎 <i>Quercus engleriana</i>		5.01	1.34	三角枫 <i>Acer buergerianum</i>			4.89
天师栗 <i>Aesculus wilsonii</i>		5.89	10.64	石栎 <i>Lithocarpus henryi</i>		2.53	3.66
白辛树 <i>Pterostyrax ptilophylla</i>	5.37	4.54	23.35				

表 7 珍稀植物群落乔木层物种多样性的比较

Table 7 Comparison of species diversity of tree layer among endangered plant communities

群落类型 Types	辛普森 指数 Sim pson Index	香农威 纳指数 <i>H</i>	均匀度 <i>R</i>	种间相 遇机率 <i>PIE</i>
珙桐+ 木姜子群落 Com. of <i>Davidia involocrata</i> and <i>Litsea pungens</i>	10.173 9	1.117 3	0.820 5	0.901 7
连香树+ 绢毛稠李群落 Com. of <i>Cercidiphyllum</i> <i>japonicum</i> and <i>Padus wilsonii</i>	15.705 8	1.275	0.881	0.936 3
绢毛稠李+ 地锦槭群落 Com. of <i>Padus wilsonii</i> and <i>Acer mono</i>	12.283	1.20	0.848 5	0.918 6

一个群落中的物种数及各个物种所含的个体数量,在一定程度上不仅反映了群落的结构特征,而且体现了该群落的稳定程度。当一个群落含有较多的种类,并且每个物种的个体数量又比较均匀地分布时,它们之间就形成了一个较复杂的相互关系,从而使各个物种随群落趋于稳定而保持相对平衡状态。神农架南坡珍稀植物群落具有较高的多样性指数,在数量上较好地表征了该类群落的结构和稳定性,表明该类群落结构的复杂性和群落发展的相对稳定性。

参 考 文 献

1 江明喜, 鄢建国, 金义兴. 景观生态学原理在保护生物学中的应用. 武汉植物学研究, 1998, 16(3): 273 ~ 279

2 Schemske D W, Husband B C, Ruckelshaus M H *et al.* Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants. *Ecology*, 1994, 5(3): 584 ~ 606

3 李兆华. 神农架野生珍稀濒危植物及其保护对策研究. 长江流域资源与环境, 1992, 1(1): 49 ~ 54

4 中国科学院武汉植物研究所编. 神农架植物. 武汉: 湖北人民出版社, 1980.

5 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究, 1991(增刊): 1 ~ 6

6 Pielou E C. 数学生态学. 卢泽愚译. 北京: 科学出版社, 1988. 308 ~ 331

7 赵志模. 群落生态学原理与方法. 重庆: 科技文献出版社重庆分社, 1990.

8 郑重, 詹亚华, 谢继伦主编. 中国神农架. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1998.

9 班继德, 漆根深. 鄂西植被研究. 武汉: 华中理工大学出版社, 1995.