

# 井冈山竹柏种群结构和分布格局及其群落特征分析

邓贤兰<sup>1</sup>, 肖平根<sup>2</sup>, 吴 杨<sup>1</sup>, 段世华<sup>1</sup>, 徐日华<sup>1</sup>

(1. 井冈山大学生命科学学院, 江西 吉安 343009; 2. 江西省永丰县林业局, 江西 永丰 331500)

**摘要:** 采用样方法对江西井冈山竹柏 [*Nageia nagi* (Thunb.) Kuntze] 种群的 4 个样地进行了调查, 并据此分析了种群的年龄结构、分布格局及其群落区系特征和物种多样性。结果表明: 根据株高和胸径可将种群分为 6 个径级, 其中 I 级幼苗和 II 级幼树数量最多, 比例分别达到 33.33% 和 30.48%, 种群的年龄结构为金字塔型。随径级增加种群生命期望值逐级递减、种群中的存活个体数逐渐减少; 其中, I 级幼苗的死亡率最小、生命期望值最大, 而 VI 级衰老株死亡率最大; 种群存活曲线接近 Deevey-II 型(直线型); 种群的方差/均值比达到 3.41, 表明其分布格局为集群分布。该竹柏群落包含维管植物 34 科 56 属 62 种, 其中, 蕨类植物 8 科 8 属 8 种、裸子植物 1 科 1 属 1 种、被子植物 25 科 47 属 53 种, 以木本植物占绝对优势。群落维管植物科、属的区系地理成分较复杂, 但均具有明显的热带性质。群落各样地间的多样性指数差异较大, 但均为 Pielou 指数较高, 物种丰富度指数、Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数均较低; 群落不同层次的各项多样性指数差异明显, 均为灌木层最高、乔木层最低, 但乔木层的多样性变幅较大。研究结果显示: 该竹柏种群为增长型种群, 具有较强的自然更新能力, 但物种多样性程度较低。

**关键词:** 竹柏; 种群结构; 分布格局; 物种组成; 群落特征; 多样性指数

中图分类号: Q948.1; X176 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2013)02-0092-06

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2013.02.13

**Analysis on population structure, distribution pattern and community characteristics of *Nageia nagi* in Jinggangshan** DENG Xianlan<sup>1</sup>, XIAO Pinggen<sup>2</sup>, WU Yang<sup>1</sup>, DUAN Shihua<sup>1</sup>, XU Rihua<sup>1</sup>

(1. College of Life Sciences, Jinggangshan University, Ji'an 343009, China; 2. Forestry Bureau of Yongfeng County, Jiangxi Province, Yongfeng 331500, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2013, 22 (2): 92-97

**Abstract:** Four sampling plots of *Nageia nagi* (Thunb.) Kuntze population in Jinggangshan of Jiangxi Province were investigated by quadrat method. Hereby, population age structure, distribution pattern, and community floristic characteristics and species diversity were also analyzed. The results show that the diameter class of the population can be divided into six grades according to height and DBH, in which, numbers of seedling in I grade and sapling in II grade are the most with percentages of 33.33% and 30.48%, respectively, and the population age structure is the Pyramid type. With increasing of diameter class, the life expectancy of the population decreases step by step and the survival number of individuals decreases gradually. In which, the death rate of seedling in I grade is the smallest with the largest life expectancy, but the death rate of senescent plant in VI grade is the largest. And the population survival curve is approximately Deevey Type II (linear type). The variance-mean ratio of population reaches 3.41, meaning that the population distribution pattern is the clumped pattern. There are vascular plants of 62 species in 56 genera belonging to 34 families in *N. nagi* community, in which, there are pteridophyte of 8 species in 8 genera belonging to 8 families, gymnosperm of 1 species in 1 genus belonging to 1 family and angiosperm of 53 species in 47 genera belonging to 25 families with the absolute predominance in woody plants. The geographical elements at family and genus levels of vascular plants in the community are more complex, but both have obvious the tropic component. There are larger

收稿日期: 2012-09-13

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(31060263); 江西省自然科学基金资助项目(20114BAB204023); 井冈山大学博士启动基金项目(JZB11024)

作者简介: 邓贤兰(1969—), 女, 江西遂川人, 博士, 副教授, 主要从事植物分类学和植物生态学研究。

differences in every diversity indexes among four sampling plots, but Pielou index is higher while richness index, Simpson index and Shannon-Wiener index all are lower. There are obvious differences in all diversity indexes among different layers of the community with the highest in shrub layer and the lowest in arbor layer, but change range of species diversity in arbor layer is greater. It is suggested that the *N. nagi* population is a increasing type population with a strong natural reproductive capability, but its species diversity degree is lower.

**Key words:** *Nageia nagi* (Thunb.) Kuntze; population structure; distribution pattern; species composition; community characteristics; diversity index

竹柏[*Nageia nagi* (Thunb.) Kuntze]为罗汉松科(Podocarpaceae)竹柏属(*Nageia* Gaertner)常绿乔木,是中生代白垩纪的孑遗植物和江西省Ⅲ级重点保护野生植物,自然分布于华南、华东及华中的部分省区和台湾,常散生于热带及亚热带东南部湿润区海拔200~1 200 m的低山丘陵常绿阔叶林中组成针阔混交林<sup>[1]</sup>;越南、印度、缅甸及日本也有分布。

竹柏叶形如竹、树冠秀丽浓郁、种子含油量高达38.35%,为优美的常绿观赏树种和重要的燃料油树种<sup>[2]</sup>,开发利用前景广阔。目前,国内学者对竹柏的研究主要集中在竹柏的引种栽培与育苗<sup>[3-4]</sup>、精油的化学成分分析<sup>[5-6]</sup>、生药鉴定<sup>[7]</sup>和野生资源调查<sup>[8]</sup>等方面,有关竹柏种群的年龄结构、空间分布格局和群落区系特征、物种多样性等方面的研究尚未见报道。

作者通过样地调查对分布于江西井冈山的竹柏种群的年龄结构与空间分布格局、群落物种组成及物种多样性等进行了研究,旨在为濒危植物竹柏的保护和合理开发利用提供基础研究资料。

## 1 研究地概况和研究方法

### 1.1 研究地概况

井冈山位于江西省西南部,地处湘赣两省交界的罗霄山脉中段,地理坐标为北纬26°27'~26°40'、东经113°39'~114°23';属亚热带温暖湿润季风气候区,年平均气温14.2℃,年均降雨量1 856.2 mm;海拔

202~1 841 m,土壤以山地黄壤为主;地带性植被为亚热带常绿阔叶林,分布在海拔250~1 400 m的丘陵山地,竹柏则散生于常绿阔叶林中<sup>[9]</sup>。

### 1.2 研究方法

1.2.1 样地设置和调查 采用典型取样法,在竹柏分布较集中的下七乡洪平村附近的丘陵山坡和河谷中设置4个面积为20 m×20 m的样地,每个样地划分为4个10 m×10 m的样方,每个样方内各设置1个面积5 m×5 m的灌木样方和1个面积2 m×2 m的草本样方;调查记录乔木层树种(树高大于5 m,围径大于10 cm)的名称、围径、高度和冠幅,草本植物与灌木植物则记录种类名称、株数(株丛)、高度和盖度等;同时测定坡度、坡向、海拔和土壤深度等环境因子<sup>[10]</sup>。4个竹柏样地的基本概况见表1。

1.2.2 种群格局研究方法 采用邓贤兰等<sup>[10]</sup>的方法进行种群径级结构分析。根据胸径(DBH)和幼苗幼树(DBH<3 cm,H<3 m)的树高(H)划分径级。各径级的划分标准为:Ⅰ级,DBH<1.5 cm、H<0.3 m;Ⅱ级,1.5 cm≤DBH<3 cm、H<3 m;Ⅲ级,3 cm≤DBH<10 cm;Ⅳ级,10 cm≤DBH<20 cm;Ⅴ级,20 cm≤DBH<30 cm;Ⅵ级,DBH≥30 cm。统计各径级个体数,并以径级为横坐标、各径级个体数的百分率为纵坐标绘制竹柏种群径级结构图。根据各径级的个体数编制静态生命表;以标准化存活数 $L_x$ 的函数 $\ln L_x$ 为纵坐标、以径级为横坐标绘制种群存活曲线<sup>[11]</sup>;采用邓贤兰等<sup>[10]</sup>的方法分析种群的空间分布格局;采用

表1 江西井冈山供试竹柏样地的基本概况

Table 1 Basic status of sampling plots of *Nageia nagi* (Thunb.) Kuntze in Jinggangshan of Jiangxi Province

样地号 No. of plot	地形 Topography	海拔/m Altitude	坡向 Aspect	坡度/(°) Slope	土壤深度/cm Soil depth
1	丘陵山坡 Slope of hill	272	东偏南 30° East 30° to South	65	50
2	丘陵山坡 Slope of hill	280	东偏南 30° East 30° to South	60	50
3	丘陵山坡 Slope of hill	296	东 East	60	50
4	丘陵山谷 Valley of hill	264	东偏南 35° East 35° to South	35	55

物种丰富度指数、Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数和 Pielou 指数<sup>[10]</sup>分析群落的物种多样性。

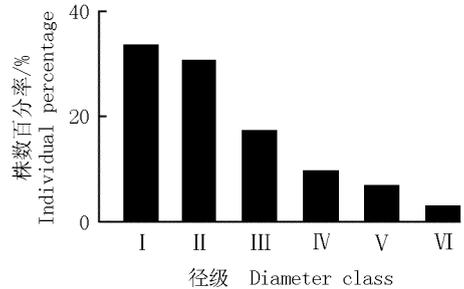
## 2 结果和分析

### 2.1 种群的基本特征

2.1.1 径级结构分析 江西井冈山竹柏种群的径级结构见图 1。由图 1 可知:在井冈山的竹柏种群中 I 级幼苗和 II 级幼树的比例最多,分别达到 33.33% 和 30.48%; III 级和 IV 级成年株也较常见, V 级成熟株较少, VI 级衰老株数量最少。总的来看,该竹柏种群的径级结构呈金字塔型,为增长型种群,表明该竹柏种群具有较强的自然更新能力,也说明种群的径级结构可以反映种群的数量动态及其发展趋势<sup>[12]</sup>。

2.1.2 静态生命表 江西井冈山竹柏种群的静态生命表见表 2。由表 2 可知:种群中 I 级幼苗的死亡率为 20.00%,在各径级中最小,而其生命期望值最大,反映了该径级个体的平均生存能力较强且生存状况最好。从 II 至 IV 级径级,个体的生命期望值均逐级减小,但径级间差异很小,因为此阶段的个体经过环境选择及外界干扰后仍能生存,其竞争能力较强,

故生长较稳定。V 级成熟株的死亡率较高且生命期望值较小,一方面原因是竹柏个体进入成熟阶段后与处于乔木层第 1 亚层的木油桐 (*Vernicia montana* Lour.)、毛锥 (*Castanopsis fordii* Hance) 和赤杨叶 [*Alniphyllum fortunei* (Hemsl.) Makino] 等树种产生竞争,导致处于乔木层第 2 亚层的竹柏被淘汰、死亡率增高;另一方面原因是人为采种等因素对成熟株造成损坏,导致死亡率增高。径级达到 VI 级,个体进入衰老阶段,死亡率增至最大。



I: DBH<1.5 cm, H<0.3 m; II: 1.5 cm≤DBH<3 cm, H<3 m; III: 3 cm≤DBH<10 cm; IV: 10 cm≤DBH<20 cm; V: 20 cm≤DBH<30 cm; VI: DBH≥30 cm.

图 1 江西井冈山竹柏种群的径级结构

Fig. 1 Diameter class structure of *Nageia nagi* (Thunb.) Kuntze population in Jinggangshan of Jiangxi Province

表 2 江西井冈山竹柏种群的静态生命表<sup>1)</sup>

Table 2 Static life table of *Nageia nagi* (Thunb.) Kuntze population in Jinggangshan of Jiangxi Province<sup>1)</sup>

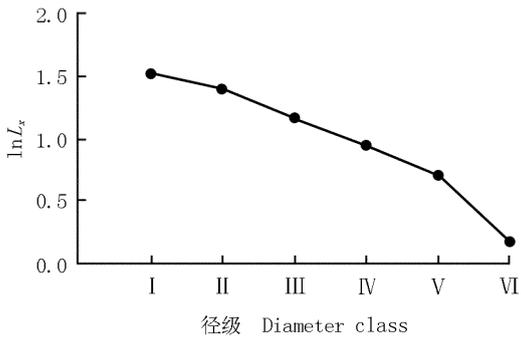
$X$	$N_x$	$L_x$	$\ln L_x$	$D_x$	$Q_x/\%$	$T_x$	$E_x$
I (DBH<1.5 cm, H<0.3 m)	35	33.5	1.53	7	20.00	105	3.00
II (1.5 cm≤DBH<3 cm, H<3 m)	32	25.0	1.34	14	43.75	70	2.19
III (3 cm≤DBH<10 cm)	18	14.0	1.15	8	44.44	38	2.11
IV (10 cm≤DBH<20 cm)	10	8.5	0.93	3	30.00	20	2.00
V (20 cm≤DBH<30 cm)	7	5.0	0.70	4	57.14	10	1.43
VI (DBH≥30 cm)	3	1.5	0.18	3	100.00	3	1.00

<sup>1)</sup>  $X$ : 径级 Diameter class;  $N_x$ : 存活数 Survival number;  $L_x$ : 标准化存活数 Standardization survival number;  $D_x$ : 死亡数 Death number;  $Q_x$ : 死亡率 Death rate;  $T_x$ : 从  $x$  径级至更高径级的存活个体总数 Total survival number of individuals from  $x$  diameter class to higher diameter class;  $E_x$ : 生命期望值 Life expectancy.

2.1.3 存活曲线 江西井冈山竹柏种群的存活曲线见图 2。按照种群正常的发展规律,竹柏种群的存活曲线应该接近 Deevey-III 型(凹型),但井冈山竹柏种群的存活个体数随径级增大逐渐减少,其存活曲线接近 Deevey-II 型(直线型)。主要原因是人为因素的影响和种群间的资源竞争。该种群离村落较近,人为活动尤其是采种对成熟母树的破坏以及采挖移栽对幼树及成年株的影响均造成种群数量减少,故从径级 II 开始个体存活率下降,导致在 V 至 VI 径级间种群存

活曲线呈下降的趋势。

2.1.4 空间分布格局 种群分布格局的形成与物种的生物学和生态学特性密切相关,研究种群分布格局有助于了解该种群与生境间的关系及其在群落中的作用和地位<sup>[13]</sup>。采用方差均值比率( $S^2/M$ )法判定竹柏种群的分布格局,结果显示:竹柏种群的方差/均值比  $S^2/M=3.41$ ,大于 1,显著偏离了 Poisson 分布 ( $P<0.05, n=3, t=7.03, t_{0.05}=3.182, t_{0.01}=5.841$ )。根据判定标准(在 Poisson 分布中  $S^2/M$  值等于或接近 1,



$L_x$ : 标准化存活数 Standardization survival number. I: DBH<1.5 cm, H<0.3 m; II: 1.5 cm≤DBH<3 cm, H<3 m; III: 3 cm≤DBH<10 cm; IV: 10 cm≤DBH<20 cm; V: 20 cm≤DBH<30 cm; VI: DBH≥30 cm.

图 2 江西井冈山竹柏种群的存活曲线  
Fig. 2 Survival curve of *Nageia nagi* (Thunb.) Kuntze population in Jinggangshan of Jiangxi Province

表 3 江西井冈山竹柏群落不同类群的物种组成  
Table 3 Species composition of different taxa of *Nageia nagi* (Thunb.) Kuntze community in Jinggangshan of Jiangxi Province

类群 Taxus	科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage
蕨类植物 Pteridophyta	8	23.53	8	14.29	8	12.91
裸子植物 Gymnosperm	1	2.94	1	1.79	1	1.61
被子植物 Angiosperm	25	73.53	47	83.92	53	85.48
合计 Total	34	100.00	56	100.00	62	100.00

2.2.2 区系成分分析 根据吴征镒<sup>[15]</sup>的观点,并参照曾宪锋等<sup>[16]</sup>的分类方法,可在科级水平上将竹柏群落维管植物分成 5 个分布区类型 3 个变型;在属级水平上可分为 10 个分布区类型 7 个变型(表 4)。

在该群落维管植物的 34 科中,世界分布型有 11 科,占总科数的 32.35%,包含蔷薇科(Roaceae)、百合科(Liliaceae)和铁线蕨科(Adiantaceae)等。热带性质的有 19 科,占总科数(不包括世界分布型科,下同)的 82.61%;其中,海金沙科(Lygodiaceae)、壳斗科(Fagaceae)和兰科(Orchidaceae)等泛热带分布型有 16 科,占热带分布型科总数的 84.21%;旧世界热带分布及其变型有番荔枝科(Annonaceae)和紫金牛科(Myrsinaceae) 2 科;热带亚洲、大洋洲和南美洲间断分布型仅罗汉松科 1 科。温带性质的有 4 科,占总科数的 17.39%,为忍冬科(Caprifoliaceae)、虎耳草科(Saxifragaceae)和小檗科(Berberidaceae)等。

在该群落维管植物的 56 属中,世界分布型有 8 属,占总属数的 14.29%,包含蕨属(*Pteridium* Scop.)、悬钩子属(*Rubus* Linn.)和藁草属(*Carex* Linn.)等。热

带性质的有 32 属,占总属数(不包括世界分布型属,下同)的 66.67%;其中,海金沙属(*Lygodium* Sw.)、竹柏属和菝葜属(*Smilax* Linn.)等泛热带分布型及其变型最多,有 13 属,占热带分布型属总数的 40.63%;润楠属(*Machilus* Nees)和斑叶兰属(*Goodyera* R. Br.)等热带亚洲分布及其变型有 10 属,占热带分布型属总数的 31.25%;旧世界热带分布及其变型有 3 属,为玉叶金花属(*Mussaenda* Linn.)、酸藤子属(*Embelia* Burm. f.)和瓜馥木属(*Fissistigma* Griff.);热带亚洲和热带美洲间断分布型有木姜子属(*Litsea* Lam.)和楠属(*Phoebe* Nees);热带亚洲至热带大洋州分布有 2 属,为链珠藤属(*Alyxia* Banks ex R. Br.)和淡竹叶属(*Lophatherum* Brongn.);热带亚洲至热带非洲分布及其变型各 1 属,为藤黄属(*Garcinia* Linn.)和杨桐属(*Adinandra* Jack)。温带性质的有 16 属,占总属数的 33.33%;其中,油桐属(*Vernicia* Lour.)、金发草属(*Pogonatherum* Beauv.)和山桐子属(*Idesia* Maxim.)等东亚分布及其变型最多,有 9 属,占温带分布型属总数的 56.25%;栲属[*Castanopsis* (D. Don) Spach]、鼠

## 2.2 群落物种组成及区系成分和多样性分析

2.2.1 群落物种组成分析 根据样地调查结果,对江西井冈山竹柏群落的物种组成进行分析,结果见表 3。由表 3 可见:该群落包含维管植物 34 科 56 属 62 种;其中,蕨类植物 8 科 8 属 8 种,分别占该群落维管植物科、属、种总数的 23.53%、14.29% 和 12.91%;裸子植物 1 科 1 属 1 种,分别占 2.94%、1.79% 和 1.61%;被子植物 25 科 47 属 53 种,分别占 73.53%、83.92% 和 85.48%。从其生活型来看,木本植物有 48 种,占总种数的 77.42%;草本植物 14 种,占总种数的 22.58%,表明在该群落中木本植物占绝对优势。

表 4 江西井冈山竹柏群落维管植物科、属的分布区类型

Table 4 Areal type of family and genus of vascular plant of *Nageia nagi* (Thunb.) Kuntze community in Jinggangshan of Jiangxi Province

分布区类型和变型 Areal type and variety	科 Family		属 Genus	
	数量 Number	百分率/% <sup>1)</sup> Percentage <sup>1)</sup>	数量 Number	百分率/% <sup>1)</sup> Percentage <sup>1)</sup>
世界分布 Cosmopolitan	11	—	8	—
泛热带分布 Pantropical	16	69.56	11	22.92
热带亚洲、大洋洲和南美洲间断分布 Trop. Asia, Australasia and S. Amer. disjuncted	1	4.35	1	2.08
热带亚洲、非洲和南美洲间断分布 Trop. Asia, Africa and S. Amer. disjuncted			1	2.08
热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. Asia and Trop. Amer. disjuncted			2	4.17
旧世界热带分布 Old world tropics	1	4.35	2	4.17
热带亚洲、非洲和大洋州间断分布 Trop. Asia, Africa and Australasia disjuncted	1	4.35	1	2.08
热带亚洲至热带大洋州分布 Trop. Asia to Trop. Australasia			2	4.17
热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia to Trop. Africa			1	2.08
热带亚洲和东非间断分布 Trop. Asia and E. Africa disjuncted			1	2.08
热带亚洲分布 Trop. Asia			9	18.75
越南至华南分布 Vietnam to S. China			1	2.08
北温带分布 North Temperate	1	4.35	3	6.25
北温带和南温带(全温带)间断分布 North Temperate and South Temperate disjuncted	2	8.69		
东亚和北美洲间断分布 E. Asia and N. Amer. disjuncted	1	4.35	4	8.33
东亚分布 E. Asia			5	10.42
中国-喜马拉雅 Sino-Himalayan			2	4.17
中国-日本 Sino-Japan			2	4.17
合计 Total	34	100.00	56	100.00

<sup>1)</sup> 不包括世界分布型 Not containing Cosmopolitan.

刺属 (*Itea* Linn.) 和石楠属 (*Photinia* Lindl.) 等东亚和北美间断分布型有 4 属; 北温带分布型有 3 属, 为蔷薇属 (*Rosa* Linn.)、小檗属 (*Berberis* Linn.) 和忍冬属 (*Lonicera* Linn.)。

上述分析结果表明: 井冈山竹柏群落的植物科属区系成分复杂, 均具有明显的热带性质, 这与井冈山常绿阔叶林中维管植物的区系成分特征相一致<sup>[17]</sup>。

2.2.3 物种多样性分析 江西井冈山竹柏群落 4 个样地的物种多样性分析结果见表 5, 该竹柏群落不同层次的物种多样性分析结果见表 6。

从表 5 可知: 各样地间的多样性指数值变幅较大, 除 Pielou 指数较高外, 其他指数值均较低。2 号样地离村庄较近且人为干扰较大, 乔木层组成树种少, 仅有竹柏和木油桐, 其乔木层的 Simpson 指数 (SP) 和 Shannon-Wiener 指数 (SW) 均最低, 分别为 0.489 和 0.978; 3 号样地离村庄较远且人为干扰较小, 乔木层组成树种有 8 种, 优势种较为丰富, 有竹柏、赤杨叶、新木姜子 [*Neolitsea aurata* (Hayata) Koidz.] 和杨桐 [*Adinandra millettii* (Hook. et Arn.) Benth. et Hook. ex Hance], 其乔木层的 SP 和 SW 指数在 4 个样地中均最高, 分别为 0.869 和 2.914。表明多样性指数的

高低与群落类型及人为影响等因素有关<sup>[17]</sup>。

由表 6 可见: 该群落不同层次的物种多样性差异明显。就多样性指数而言, 均为灌木层最高、乔木层最低, 这种变化规律与所采用的物种多样性指数、不

表 5 江西井冈山竹柏群落 4 个样地的物种多样性分析<sup>1)</sup>Table 5 Analysis of species diversity of four sampling plots of *Nageia nagi* (Thunb.) Kuntze community in Jinggangshan of Jiangxi Province<sup>1)</sup>

样地号 No. of plot	层次 Layer	S	SP	SW	E
1	乔木层 Arbor layer	4	0.710	1.863	0.931
	灌木层 Shrub layer	13	0.909	3.510	0.949
	草本层 Herb layer	9	0.857	2.948	0.930
2	乔木层 Arbor layer	2	0.489	0.978	0.979
	灌木层 Shrub layer	9	0.833	2.836	0.859
	草本层 Herb layer	8	0.867	3.023	0.941
3	乔木层 Arbor layer	8	0.869	2.914	0.971
	灌木层 Shrub layer	10	0.883	3.131	0.942
	草本层 Herb layer	5	0.756	2.155	0.928
4	乔木层 Arbor layer	11	0.771	2.685	0.762
	灌木层 Shrub layer	10	0.877	3.115	0.938
	草本层 Herb layer	5	0.747	2.121	0.914

<sup>1)</sup> S: 丰富度指数 Richness index; SP: Simpson 指数 Simpson index; SW: Shannon-Wiener 指数 Shannon-Wiener index; E: Pielou 指数 Pielou index.

表6 江西井冈山竹柏群落不同层次的物种多样性分析<sup>1)</sup>Table 6 Analysis of species diversity of different layers of *Nageia nagi* (Thunb.) Kuntze community in Jinggangshan of Jiangxi Province<sup>1)</sup>

层次 Layer	S	SP	SW	E
乔木层 Arbor layer	6.250(0.645)	0.710(0.227)	2.110(0.412)	0.911(0.111)
灌木层 Shrub layer	10.500(0.165)	0.876(0.036)	3.148(0.088)	0.931(0.026)
草本层 Herb layer	6.750(0.305)	0.807(0.079)	2.562(0.191)	0.928(0.012)

<sup>1)</sup>S: 丰富度指数 Richness index; SP: Simpson 指数 Simpson index; SW: Shannon-Wiener 指数 Shannon-Wiener index; E: Pielou 指数 Pielou index. 括号中的数值为变异系数 Numerical values in brackets indicate the variation coefficient.

同层次的物种数量、各物种分布的均匀度和群落所处的环境条件及人为影响有关。总体上看,乔木层4个指数的变异系数最大、灌木层4个指数的变异系数最小,说明在多样地中物种多样性变化较大的均为乔木层,而灌木层和草本层物种多样性变化不明显。

### 3 讨论和结论

研究表明:井冈山竹柏种群的径级结构为金字塔型,属于增长型种群;生命期望值随径级增加而逐级递减,其存活曲线接近 Deevey-Ⅱ型,分布格局呈集群分布。该竹柏种群的这些特征首先与竹柏的生物学和生态学特性有关。竹柏种子自然萌芽能力较强,植株耐阴喜湿润且所处生境为河谷低海拔阴湿环境,所以样地中幼苗和幼树较多、成群分布且生长良好。其次人为干扰和生境破坏也是重要的影响因素。竹柏叶形如竹、树冠秀丽浓郁,为重要的观赏树种,近年来其观赏价值逐渐被人们所认识,当地居民为增加收入,挖掘竹柏幼树和成年大树出售,导致其种群数量急剧减少,生境遭到破坏。因此,应加强对竹柏种群及群落环境的保护。

井冈山竹柏群落植物科、属区系成分较复杂,具有明显的热带性质;其多样性指数中除 Pielou 指数较高外,丰富度指数、Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数均较低;群落中包含维管植物 34 科 56 属 62 种,维管植物科、属、种的数量均少于分布于井冈山的南方红豆杉 [*Taxus wallichiana* var. *mairei* (Lemée et Lév.) L. K. Fu et Nan Li] 群落(52 科 82 属 114 种)<sup>[18]</sup>,主要与群落所处的地理位置、调查面积的大小与分布以及人为因素的影响有关。虽然群落所处的低海拔湿润和土层较肥厚的环境有利于植株生长,但群落离村庄较近,人为影响导致群落物种丰富度降低,加之竹柏群落在井冈山分布范围较窄且可供调查的样地较少,因此,群落的物种多样性指数也均较低。

### 参考文献:

- [1] FU L G, LI Y, MILL R R. Podocarpaceae[M]//WU Z Y, RAVEN P H. Flora of China: Vol. 4. Beijing: Science Press, 1999: 78-84.
- [2] 周俊新. 福建省竹柏资源状况及开发利用前景分析[J]. 江西林业科技, 2008(5): 38-40.
- [3] 魏启舜,唐 泉,肖 旭. 竹柏容器育苗及其盆栽应用[J]. 现代农业科技, 2009(23): 214-216.
- [4] 胡春辉, 阎文艳. 竹柏的特性及营造[J]. 林业实用技术, 2006(3): 34.
- [5] 杨荣兵, 袁旭江, 杜红光. 竹柏叶中挥发油 GC-MS 分析[J]. 亚太传统医药, 2008, 4(5): 51-52.
- [6] 吴惠勤, 王 艇, 苏应娟, 等. 竹柏叶精油化学成分的研究[J]. 武汉植物学研究, 1996, 14(3): 287-288.
- [7] 谢 黛, 杜红光, 刘 瑶. 竹柏叶的生药鉴定[J]. 时珍国医国药, 2007, 18(10): 2511.
- [8] 杨昌岩, 杨通沂, 陈美高. 通道县竹柏群落的调查研究与引种栽培[J]. 湖南林业科技, 1991, 18(3): 34-36.
- [9] 邓贤兰, 龙婉婉, 许东风, 等. 井冈山自然保护区福建柏群落的研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2008, 16(2): 128-133.
- [10] 邓贤兰, 吴 杨, 赖弥源, 等. 江西中南部观光木种群及所在群落特征研究[J]. 广西植物, 2012, 32(2): 179-184.
- [11] 任青山, 杨小林, 崔国发, 等. 西藏季拉山林线冷杉种群结构与动态[J]. 生态学报, 2007, 27(7): 2669-2677.
- [12] 熊 能, 金则新, 顾婧婧, 等. 千岛湖次生林优势种种群结构与分布格局[J]. 生态学杂志, 2010, 29(5): 847-854.
- [13] 康华靖, 陈子林, 刘 鹏, 等. 大盘山自然保护区香果树种群结构与分布格局[J]. 生态学报, 2007, 27(1): 389-396.
- [14] 陈少瑜, 付玉嫔, 吴 涛, 等. 濒危植物大果木莲种群格局及濒危原因分析[J]. 植物资源与环境学报, 2012, 21(2): 102-106.
- [15] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991, 13(增刊IV): 1-179.
- [16] 曾宪锋, 邱媛媛, 钱会莲, 等. 粤东蕨类植物区系初步研究[J]. 广西植物, 2009, 29(4): 466-470, 480.
- [17] 邓贤兰, 肖春玲, 刘玉成, 等. 井冈山自然保护区栲属群落物种多样性的研究[J]. 广西植物, 2004, 24(1): 7-11, 16.
- [18] 邓贤兰, 许东风, 龙婉婉. 井冈山自然保护区南方红豆杉群落物种多样性研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(14): 4190-4192.

(责任编辑: 惠 红)