

# 湖南省南岳原生性森林群落的研究

## ——Ⅳ、包石栎锐齿槲栎林

左家哺<sup>1</sup>, 朱 巽<sup>1</sup>, 彭代文<sup>1</sup>, 李明红<sup>2</sup>

(1. 湖南环境生物学院, 湖南衡阳 421005; 2. 南岳树木园, 湖南衡阳 421100)

**摘 要:** 南岳的包石栎锐齿槲栎林是一种尚未报道的类型, 即包石栎+锐齿槲栎+甜槠—箬竹—求米草群落。群落内有植物 63 科、102 属、129 种, 属的区系成分可划分为 13 种分布区类型, 以温带性质成分为主; 种可划分为 17 个种分布式样, 以华夏、东亚、中国—日本、华东—华中、中国—喜马拉雅和华中—华南—西南 6 种类型为主。木本和草本植物各占 65.12% 和 34.88%, 常绿和落叶成分各占 19.38% 和 45.74%。群落可划分为乔木、灌木、草本 3 层, 在更新演替过程中仍将保持常绿落叶阔叶混交林性质, 但优势种、亚优势种可能会被其他种取代。群落物种多样性 Simpson 指数值与东南亚、南美和西非比较接近, 而 Shannon-Weaver 和  $\alpha$ -指数值与山地季雨林水平接近。几何级数分布、分割线段模型适于拟合乔木层, 分割线段中的多度—频度和对数正态模型适于拟合草本层, 对数级数分布模型适于拟合任何层次。

**关键词:** 包石栎锐齿槲栎林; 区系特点; 物种多样性; 物种相对多度分布格局; 南岳(湖南)

中图分类号: Q948.15 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2004)03-0224-08

# Study on original forest community in Nanyue of Hunan Province ——Ⅳ. *Lithocarpus cleistocarpus* + *Quercus aliena* var. *acuteserrata* forest

ZUO Jia-fu<sup>1</sup>, ZHU Xun<sup>1</sup>, PENG Dai-wen<sup>1</sup>, LI Ming-hong<sup>2</sup>

(1. Hunan Environment & Biological Polytechnic, Hengyang 421005, China; 2. Nanyue Arboretum, Hengyang 421100, China)

**Abstract:** The paper studies the forest community which is not reported and is named the association of *Lithocarpus cleistocarpus* + *Quercus aliena* var. *acuteserrata* + *Castanopsis eyeri* — *Indocalamus stessellatus* — *Oplismenus undulatifolius* in Nanyue of Hunan Province. There are 129 species, 102 genera and 63 families of vascular plant in the community. According to the distribution of genera of vascular plant in the community, we can divide them into 13 areal-types, of which North Temperate, Pantropics and East Asia are major elements and occupy 22.73%, 21.59% and 17.05% of total respectively, those temperature feature is a dominant position but the next tropical one. The species can be divided into 17 distrobutional patterns, of which Cathaysian, East Asia, Sino-Japan, East China-Central China, Sino-Himalayan and Central China-South China-Southwest China are the most and occupy 23.62%, 15.75%, 14.96%, 10.24%, 8.66% and 8.66% of total respectively, East China-Central China and Central China-South China-Southwest China mainly affect the floristic formation of the community. The plants of wood and herb in the community occupy 65.12% and 34.88% of total respec-

收稿日期: 2003-07-04 修订日期: 2003-10-20

基金项目: 湖南省科技厅资助项目(01-953-124)

作者简介: 左家哺(1960-), 男, 湖南醴陵人, 教授, 植物学专业, 研究方向为植物分类与地理及生物多样性保护。

tively, the evergreen and deciduous elements in the wood plant occupy 19.38% and 45.74% of total respectively. The community can be divided into 3 layers of arbor, shrub and herb. It still keep the character of the evergreen deciduous broad-leaved mixed forest, but its dominant and subdominant species in the community will probably be replaced by *Neolitsea aurata* var. *paraciclata*, *Camellia caudata*, *Lindera reflexa*, *Cyclobalanopsis multinervis*, *Carpinus viminea* and *Lithocarpus henryi*. It studies the plant species diversity of the community by using the formulae of richness, dominance, variety, evenness and regarding the important value, individuals or fresh weight and dominance or coverage as the measurement degree. The results show that the values of the species diversity used different measurement degree in the same layer of community are different and those of the different formulae used same measurement degree are different too, and that the level of the species diversity of the community approaches the level of southeastern Asia, southern America and western Africa by using the index of Simpson but those between the seasonal rain forest and Savanna by using the index of Shannon-Weaver. It studies the relationships between numbers of plant species and its and its individuals of the community by using the Geometric series distributional model, Broken-stick model, Log series distributional model and Lognormal distributional model. The results show that the models of Geometric series Distribution and Broken-stick are suitable for imitating the arbor layer of the distribution pattern of the plant species relative abundance of the community, the models of Abundance-frequency in Broken-stick and Lognormal distribution suited for imitating the herb layer, and Log series distributional model suited for imitating any layer.

**Key words:** *Lithocarpus cleistocarpus* + *Quercus aliena* var. *acuteserrata* forest; floristic characteristics; plant species diversity; distribution pattern of plant species relative abundance; Nanyue(Hunan)

南岳是国家级风景名胜区,著名的道佛教与旅游胜地,位于 27°10'~27°20' N, 112°34'~112°44' E 之间,湘中丘陵区的孤山,中山地貌,主峰海拔为 1 289.8 m,山脉北北东至南南西走向,向东北与西南两方倾斜,坡度一般为 30°~40°,南部悬崖达 60°以上。中亚热带湿润季风气候,年均温 14.8 °C,绝对最高温 32.4 °C,相对湿度 80%。

在大地构造上南岳是华南地台的扬子陆台东南部湘东新华夏系构造的一部分,第三纪时南岳被冲断,形成了孤立的断块。山体基岩下部为侏罗纪燕山运动时期侵入的花岗岩,上部为变质花岗岩,原有的沉积岩发生接触变质作用形成了绢云母片岩、板页岩及石英砂岩等,海拔 1 000 m 以上的为片麻岩、1 000 m 以下的为花岗岩,南天门至藏经殿之间有少量绢云母片岩,周围地区多板页岩或石英砂岩。土壤海拔 750 m 以下山地红壤,750~850 m 山地黄壤与山地红壤交错出现,850~1 150 m 山地黄棕壤,1 150 m 以上亚高山草甸土和石质土(蒋端生,1995)。

根据实地考察,南岳森林植被类型众多,自然森林植被计 7 个植被型、包含 21 个群系(左家哺,1998;左家哺等,2001a)。I. 亚热带针叶林:马尾松林(Form. *Pinus massoniana*)、杉木林(Form. *Cunninghamia lanceolata*)、黄山松林(Form. *Pinus taiwanensis*)、篦子三尖杉林(Form. *Cephalotaxus ol-*

*iveri*)、金钱松林(Form. *Pseudolarix amabilis*); II. 亚热带常绿阔叶林:甜槠林(Form. *Castanopsis eyeri*)、多脉青冈林(Form. *Cyclobalanopsis multinervis*)、长叶石栎林(Form. *Lithocarpus henryi*)、水丝梨林(Form. *Sycopsis sinensis*); III. 竹林:毛竹林(Form. *Phyllostachys pubescens*); IV. 常绿落叶阔叶林:甜槠水青冈林(Form. *Castanopsis eyeri* + *Fagus longipetiolata*)、多脉青冈锐齿槲栎林(Form. *Cyclobalanopsis multinervis* + *Quercus aliena* var. *acuteserrata*)、包石栎锐齿槲栎林(Form. *Lithocarpus cleistocarpus* + *Quercus aliena* var. *acuteserrata*)、钩栲糙叶树伯乐树林(Form. *Castanopsis tibetana* + *Aphanathe aspera* + *Bretschneidera sinensis*)、水青冈长蕊杜鹃林(Form. *Fagus longipetiolata* + *Rhododendron stamineum*); V. 常绿阔叶灌丛:花竹灌丛(Form. *Phyllostachys nidularia*); VI. 落叶阔叶灌丛:美丽胡枝子灌丛(Form. *Lespedeza Formosa*)、茅栗灌丛(Form. *Castanea sequinii*)、红果钓樟灌丛(Form. *Lindera erythrocarpa*)、圆锥绣球灌丛(Form. *Hydrangea paniculata*); VII. 山顶草甸:野牯草野菊草甸(Form. *Arundinella hirta* + *Dendranthema indicum*)。阔叶林既有亚热带常绿阔叶林,又有亚热带常绿落叶阔叶混交林;针叶林既有以暖性树种组成的类型,又有以温性树种为主的

森林群落;灌木林既有常绿阔叶灌丛,又有落叶阔叶灌丛,后者是南岳森林植被破坏后的特殊类型。其次,南岳森林植被垂直分布规律不甚明显,海拔 850 m 以下为面积占 75%左右的人工林,海拔 700~850 m 存在小面积的亚热带常绿阔叶林、常绿落叶阔叶林,是亚热带暖性针叶树种与温性针叶树种的过渡区,海拔 850 m 以上为亚热带针叶林。总之,南岳主要是大面积的次生林和人工林,原生性的森林保存较少,仅在广济寺、上封寺、藏经殿、方广寺和龙池等地残存。由于原生性森林群落往往保存了大量的物种数目,保持了森林植被原有的自然景观,是生物多样性研究工作的重要对象,作者以前报道了甜槠林、长叶石栎林和水丝林(左家哺等,2001a,2001b),本文研究的包石栎锐齿槲栎林分布于南岳西南坡的藏经殿,海拔 950~1 100 m,位处坡上部,坡度 5°~15°,是本次考察中发现的新群落类型,意义更加重要,也是“南岳森林生物多样性研究”项目必须研究的主要内容之一。

## 1 调查研究方法

乔木层采用无样地的点中心—四分法技术进行调查,实测得知随机点距为 15 m 时就已达到要求,共设随机点 34 个,测定每个树种至随机点的距离、树高、枝下高、胸径、冠幅、生长情况等,计算总密度、每个种的相对密度、密度、优势度、相对优势度、频度、相对频度和重要值。在无样地调查线段上设置样方,对灌木层进行调查,共设 15 个 10 m×10 m 的样方,测定每个树种的树高、地径、盖度、株数、生长势等,统计总个体数、总盖度、平均树高、平均地径等,计算每个树种的相对密度、相对频度、相对盖度和重要值。在灌木层调查样方内设置小样方,进行草本层调查,共设 20 个 1 m×1 m 的样方,测定每种植物的高度、鲜重、盖度、生长势等,统计其平均高、总鲜重、总盖度,因草本植物多呈丛生或匍匐状蔓生,故密度和相对密度分别鲜重和相对鲜重代替,再计算重要值(Cox,1972)。

采用作者提出的综合值方法来确定群落更新树种的作用与重要性(左家哺等,2001a)。

重要值、株数或鲜重、优势度或盖度为测度指标,物种多样性水平应用以下公式来测定(马克平,1994;Maguuran,1988;谢晋阳,1993)。

(1)丰富度:Margalef 指数  $R_1 = (s-1)/\ln N$ ;

Menhinick 指数  $R_2 = S/N^{1/2}$ ; Monk 指数  $R_3 = S/N$ 。

(2)优势度: Simpson 指数  $D = (\sum N_i(N_i - 1))/(N(N-1))$ 。

(3)变化度: Shannon-Weaver 指数  $H_1 = -\sum \Phi \ln \Phi$ ; Brillouin 指数  $H_2 = (\ln N_i - \sum \ln N_i!)/N$ ; McIntosh 指数  $H_3 = (N - (\sum N_i^2)^{1/2})/(N - N^{1/2})$ 。

(4)均匀度:  $ED = D/D_{\max}$ ;  $EH_1 = H_1/H_{1\max}$ ;  $EH_2 = H_2/H_{2\max}$ ;  $EH_3 = H_3/H_{3\max}$ ; Sheldon 指数  $E_s = (e(-\sum \Phi \ln \Phi))/S$ ; Heip 指数  $EH = (-1 + e(-\sum \Phi \ln \Phi))/(S-1)$ 。

上述公式中,  $i=1, 2, \dots, s$  为物种;  $S$  为总种数;  $N_i$  为第  $i$  种的个体数;  $N$  为总个体数;  $H_{\max} = (\ln N! + (S+r)\ln \Delta! - r\ln(\Delta+1)!)/N$ ,  $\Delta = N/S$  的整数部分,  $r = N - \Delta S$ ;  $\Phi = N_i/N$ 。

乔灌木以株数、草本以鲜重为测度指标,应用以下分布模型来研究物种相对多度分布格局(马克平,1994;Maguuran,1988;谢晋阳,1993)。

几何级数:  $N'_i = NC_i K(1-K)^{i-1}$ ;

分割线段: 序列-多度  $N'_i = (N/S) \sum (1/(S+1-i))$ ;

多度-频度  $S'_{jk} = (s(s-1)/N)(1-(k/N))^{s-2}$ ;

对数级数:  $\alpha X, \alpha X^2/2, \alpha X^3/3, \dots, \alpha X^k/k$ ;

对数正态:  $S'_j = S_0 e(-a^2 R_j^2)$ 。

## 2 群落特征

### 2.1 区系特点

据采集统计,南岳包石栎锐齿槲栎林群落内有维管束植物 63 科,102 属,129 种,其中蕨类植物 1 科 1 属 1 种,裸子植物 1 科 1 属 1 种,被子植物 61 科 100 属 127 种(双子叶植物 53 科 88 属 115 种和单子叶植物 8 科 12 属 12 种)。群落内超过 5 种的科有蔷薇科(Rosaceae)(属数:种数=9:11)、壳斗科(Fagaceae)(5:7)、樟科(Lauraceae)(3:7)、菊科(Compositae)(5:5)和堇菜科(Violaceae)(1:5)等,共计 23 属,35 种,分别占总属数的 22.55%和 27.13%,它们包含了该群落乔木层的优势种,亚优势种。群落内属的区系成分可划分为 13 种分布区类型(表 1)(吴征镒,1991),从表 1 可知,该群落属的区系成分是以北温带,泛热带和东亚 3 种分布类型为主,按照地理气候性质统计,温带性质成分占 51.14%,热带性质成分占 45.45%,表明该群落主要是在温带性质区系成分影响下形成的。群落内植物可划分为 17 种分布式样

(吴征镒, 1991; 左家哺, 1998): (1) 世界广布, 仅铁线蕨 (*Adiantum capillus-veneris*) 和莎草 (*Cyperus rotundus*)。 (2) 旧世界热带分布, 仅求米草 (*Oplismenus rotundus*) 和砖子苗 (*Mariscus umbellatus*) 2 种, 占总种数的 1.57% (总种数不含世界分布种, 下同)。 (3) 北温带分布, 仅蛇莓 (*Duchesnea indica*)、一年蓬 (*Erigeron annuus*) 和辣蓼 (*Polygonum hydroper*) 3 种, 占总种数的 2.36%。 (4) 热带亚洲至热带澳洲分布, 仅爵床 (*Rostellularia procumbens*) 1 种, 占总种数的 0.79%。 (5) 热带亚洲至热带非洲分布, 仅牛膝 (*Achyranthes bidentata*) 1 种, 占总种数的 0.79%。 (6) 热带亚洲分布, 绞股蓝 (*Gynostemma pentaphyllum*)、大青 (*Clerodendrum cyrtophyllum*)、车前 (*Plantago asiatica*) 和 马 兰 (*Kalimeris indica*) 等 4 种, 占总种数的 3.15%。 (7) 东亚分布, 如红果钓樟 (*Lindera erythrocarpa*)、假死柴 (*L. glauca*)、锐齿榭栎 (*Quercus aliena* var. *acutesserrata*)、水蜡树 (*Ligustrum obtusifolium*)、圆锥绣球 (*Hydranges paniculata*)、柃木 (*Eurya japonica*)、仙鹤草 (*Agrimonia pilosa*)、椴棠花 (*Kerria japonica*)、清风藤 (*Sabia japonica*)、栝楼 (*Trichosanthes kirilowii*)、光瓣堇菜 (*Viola yedoensis*)、蔓赤车 (*Pellionia scabra*)、山酢浆草 (*Oxalis griffithii*)、虎杖 (*Polygonum cuspidatum*)、风轮菜 (*Clinopodium chinense*)、半夏 (*Pinella ternate*)、鸭跖草 (*Commelia communis*)、土麦冬 (*Liriope spicata*) 和薯蓣 (*Dioscorea opposita*) 等 20 种, 占总种数的 15.75%。 (8) 中国—日本分布, 在我国长江流域及其以南至朝鲜, 日本等地, 但不到喜马拉雅地区, 如云山青冈 (*Cyclobalanopsis nubium*)、灰叶稠李 (*Prunus grayana*)、稠李 (*P. padus*)、寒莓 (*Rubus buergeri*)、白木乌柏 (*Sapium japonicum*)、野梧桐 (*Mallotus japonicus*)、紫珠 (*Callicarpa japonicus*)、蝴蝶菜 (*Viburnum plicatum* f. *tomentosum*)、美丽胡枝子 (*Lespedeza Formosa*)、小叶白辛树 (*Pterostyrax corymbosa*)、百两金 (*Ardisia crispa*)、堇菜 (*Viola verecunda*)、珍珠菜 (*Lysimachia clethroides*)、长叶苕麻 (*Boehmeria longispica*)、金挖耳 (*Carpesium divaricatum*)、细辛 (*Asarum sieboldii*)、九头狮子草 (*Peristrophe japonica*) 和菝葜 (*Smilax china*) 19 种, 占总种数的 14.96%。 (9) 中国—喜马拉雅分布, 在我国西南云贵川藏以及喜马拉雅地区, 有时向东延伸至华中、华东、华南, 但绝不到朝鲜、日本、蒙古等地, 如黄丹木姜子 (*Litsea elongate*)、雷公鹅耳枥 (*Carpinus viminea*)、尾

叶山茶 (*Camellia caudate*)、山樱毛花 (*Prunus serrulata* var. *spontanea*)、大血藤 (*Sargentodoxa cuneata*)、头状四照花 (*Dendrobentmia capitata*)、朴树 (*Celtis sinense*)、臭节草 (*Boenninghausenia albi flora*)、千里光 (*Senecio scandens*)、石生繁缕 (*Stellaria saxatilis*) 和天南星 (*Arisacma consanguineum*) 等 11 种, 占总种数的 8.66%。 (10) 华夏广布, 主要在我国长江流域及其以南地区, 有时亦向华北、西北等地伸延, 但不到喜马拉雅、中南半岛、朝鲜、日本、蒙古等地, 如三尖杉 (*Cephalotaxus fortunei*)、山楸 (*Lindera reflexa*)、长叶石栎 (*Lithocarpus henryi*)、甜槠 (*Castanopsis eyeri*)、水青冈 (*Fagus longipetiolata*)、小叶女贞 (*Ligustrum quihouii*)、杜鹃 (*Rhododendron simsii*)、矩圆叶卫矛 (*Euonymus oblongi folius*)、青榨槭 (*Acer davidii*)、中华槭 (*A. sinense*)、石灰花楸 (*Sorbus folgneri*)、翼梗五味子 (*Schisandra henryi*)、木通 (*Akebia quinata*)、垂枝泡花树 (*Meliosma flexuosa*)、野鸦椿 (*Euscaphis japonica*)、算盘子 (*Glochidion puberum*)、香果树 (*Emmenopterys henryi*)、六月雪 (*Serissa serissoides*)、青皮木 (*Schoepfia jasminoides*)、接骨草 (*Sambucus chinensis*)、余山胡颓子 (*Elaeagnus argyi*)、五加 (*Acanthopanax gracilistylus*)、小叶石楠 (*Photinia parvifolia*)、圆叶鼠李 (*Rhammus globosa*)、臭辣树 (*Euodia fargesii*)、蔓茎堇菜 (*Viola diffusa*)、华南落新妇 (*Astilbe chinensis*)、直刺变豆菜 (*Sanicula orthacantha*)、箬竹 (*Indocalamus tessellates*) 和花竹 (*Phyllostachys nidularia*) 等 30 种, 占总种数的 23.62%。 (11) 华东—华中分布, 在江苏、浙江、安徽、台湾、江西、福建、湖南、河南等地、向西可到贵州、四川两省东部、向北可到山东南部、如云和新木姜子 (*Neolitsea aurata* var. *paraciculata*)、多脉青冈 (*Cyclobalanopsis multinervis*)、苦槠木 (*Fraxinus rutusa*)、云锦杜鹃 (*Rhododendron fortunei*)、野桐 (*Mallotus tenuifolius*)、庐山芙蓉 (*Hibiscus paramutabilis*)、汤饭子 (*Viburnum setigerum*)、含羞草叶黄檀 (*Dalbergia mimosoides*)、茶条果 (*Symplocos ernestii*)、阔叶十大功劳 (*Mahonia bealei*)、庐山堇菜 (*Viola stewartiana*)、裂叶荨麻 (*Urtica fissa*) 和窄叶败酱 (*Patrinia heterophylla*) 等 13 种, 占总种数的 10.24%。 (12) 华东—华中—华南分布, 从“华东—华中分布”向南伸延至两广甚至海南等地, 如野珠兰 (*Stephanandra chinensis*)、青钱柳 (*Cyclocarya paliurus*)、金缕梅 (*Hamamelis mollis*)、中华蜡瓣花 (*Corylopsis sinen-*

sis)、南方荚蒾(*Viburnum fordiae*)和阳荷(*Zingiber striolatum*)等6种,占总种数的4.72%。(13)华东—华南分布,在江苏、浙江、安徽、福建、江西、台湾、海南、广东、广西等地,向北可到湘黔两省南部,仅榕叶冬青(*Ilex ficoidea*)和峰帽椴(*Tilia mofungensis*)2种,占总种数的1.57%。(14)华东—华南—西南分布,从“华东—华南分布”向西南伸延至云贵川藏,仅藤黄檀(*Dalbergia hupeana*)1种,占总种数的0.79%。(15)华中分布,在河南、湖北、湖南西北、四川、贵州东北等地,仅长柄绣球(*Hydrangea longipes*)和头序赤车(*Pellionia cephaloides*)2种,占总种数的1.57%,头序赤车是湖南特有分布。(16)华中—华南分布,从“华中分布”向南伸延至两广、海南及浙闽赣等南部,仅广东紫珠(*Callicarpa kuangtungensis*)1种,占总种数的0.79%。(17)华中—华南—西南分布,从“华中—华南分布”向西南伸延至云贵川藏,如川榛(*Corylus heterophylla*)、香粉叶(*Lindera pulcherrima* var. *attenuata*)、包石栎(*Lithocarpus cleistocarpus*)、长蕊杜鹃(*Rhododendron stamineum*)、裂果卫矛(*Euonymus dielsianus*)、绿叶甘橐(*Lindera fruticosa*)、大果冬青(*Ilex macrocarpa*)、三峡槭(*Acer*

表 1 包石栎锐齿槲栎林属的分布区类型  
Table 1 Areal-types on genera of vascular plant of *Lithocarpus cleistocarpus-Quercus aliena* var. *acuteserrata* forest in Nanyue of Hunan Province

分布区类型 Areal-type	属数 Number of genera	
	.Number of	%
世界广布 Cosmopolitan	14	—
泛热带分布 Pantropic	19	21.59
热带亚洲与热带美洲间断分布 Tropic Asia and Tropic America	4	4.55
旧世界热带分布 Old World Tropic	3	3.41
热带亚洲与热带澳洲分布 Tropic Asia to Tropic Australia	2	2.27
热带亚洲与热带非洲分布 Tropic Asia to Tropic Africa	1	1.14
热带亚洲分布 Tropic Asia	11	12.5
北温带分布 North Temperate	20	22.7
东亚分布 Eastern Asia	15	17.05
东亚与北美间断分布 Eastern Asia and North America	7	7.95
旧世界温带分布 Old World Temperate	2	2.27
温带亚洲分布 Temperate Asia	1	1.14
中国特有分布 Endemic to China	3	3.41

表 2 包石栎锐齿槲栎林物种多样性  
Table 2 Measurement on plant species diversity of *Lithocarpus cleistocarpus-Quercus aliena* var. *acuteserrata* forest in Nanyue of Hunan Province

公式代号 Code on formulae of diversity	乔木层 Arbor layer			灌木层 Shrub layer			草本层 Herb layer		
	重要值 Important value	株数 Individuals	优势度 Dominance	重要值 Important value	株数 Individuals	盖度 Coverage	重要值 Important value	鲜重 Fresh weight	盖度 Coverage
R <sub>1</sub>	7.150	6.717	7.163	14.109	9.080	14.110	8.903	5.363	8.904
R <sub>2</sub>	3.383	2.915	2.397	6.594	4.841	6.595	4.200	0.918	4.201
R <sub>3</sub>	0.337	0.250	0.339	0.659	5.136	0.660	0.420	0.020	0.421
D	0.067 0	0.072 1	0.095 5	0.039 8	0.063 1	0.082 0	0.038 4	0.064 3	0.068 6
H <sub>1</sub>	2.986 9	2.951 5	2.712 4	3.503 5	3.220 6	3.105 9	3.319 0	3.080 3	2.917 1
H <sub>2</sub>	2.503 4	2.629 8	2.289 1	2.838 8	3.128 3	2.471 5	2.702 7	3.019 0	2.406 2
H <sub>3</sub>	0.803 9	0.786 5	0.751 7	0.864 0	0.768 9	0.775 6	0.867 7	0.762 2	0.801 0
ED	3.995	3.245 1	4.868 5	7.628 7	4.384 5	15.711 8	2.750 3	2.755 0	4.919 9
EH <sub>1</sub>	0.847 0	0.837 0	0.769 2	0.836 2	0.768 7	0.741 3	0.888 0	0.824 1	0.780 5
EH <sub>2</sub>	0.701 9	0.555 7	0.643 1	0.825 2	0.385 7	0.718 1	0.720 1	0.318 0	0.640 7
EH <sub>3</sub>	0.873 7	0.867 9	0.816 7	0.886 8	0.852 3	0.796 1	0.923 4	0.881 6	0.852 4
E <sub>s</sub>	0.583 0	0.562 8	0.443 1	0.503 5	0.379 5	0.338 3	0.657 9	0.518 2	0.440 2
E <sub>H</sub>	0.570 4	0.549 5	0.426 2	0.495 9	0.369 9	0.328 1	0.649 6	0.506 5	0.426 5

表注:表中各公式代号见正文说明。Notes: Code on formulae of diversity see the explanation in the paper.

wilsonii)、光叶绣线菊(*Spiraea japonica* var. *fortunei*)、株木(*Cornus macrophylla*)和心叶堇菜(*Viola cordifolia*)等11种,占总种数的8.66%。分析表明,

华夏、东亚、中国—日本、华东—华中、中国—喜马拉雅和华中—华南—西南6种分布式样所占的比重较大,但华夏、东亚、中国—日本和中国—喜马拉雅4种

式样是广泛分布中国甚至临近国家或地区的成分,对该群落区系的形成影响不大,真正起作用的是华东—华中和华南—西南—西南 2 种分式样,表明群落区系成分具备华东、华中、华南、西南的交汇过渡特点(吴征镒,1979)。

表 3 包石栎锐齿槲栎林物种相对多度几何级数分布模型参数

Table 3 Parameter on geometric series distributional model of species relative abundance of *Lithocarpus cleistocarpus-Quercus aliena* var. *acuteserrata* forest in Nanyue, Hunan Province

参数 Parameter	k	C <sub>k</sub>	$\chi^2$	$\chi^2_{0.001}$
乔木层 Arbor layer	0.067 941 58	1.101 03	41.499	66.245
灌木层 Shrub layer	0.066 244 55	1.010 97	314.583	118.357
草本层 Herb layer	0.127 414 70	1.003 28	184.094	79.273

## 2.2 生活习性

对群落内 129 种植物的生活习性进行统计得知,木本植物和草本植物各占总种数的 65.12% 和 34.88%。木本植物中,乔木、小乔木、灌木和木质藤本各占总种数的 20.93%、20.93%、18.60% 和 4.65%,常绿、落叶成分各占总种数的 19.38%、45.74%。草本植物中,多年生、一年生和草质藤本各占总种数的 28.68%、3.88% 和 2.32%。由此表明,该群落具有比较明显的温带性质,与前面植物区系成分的分析结果一致。其主要原因是该群落分布

地海拔较高,终年温度较低。

## 2.3 层次结构

据实地调查,包石栎锐齿槲栎林可明显分为乔木层、灌木层和草本层,乔木层又可分为 2 个亚层。乔木层优势种为包石栎,重要值 49.17,亚优势种是锐齿槲栎,重要值 41.26。乔木第 I 亚层,树高 8~13 m,平均 10 m,胸径 21.2~52.7 cm,平均 37 cm,覆盖度 50%;优势种是包石栎,平均树高 9.3 m,平均胸径 42.9 cm,平均枝下高 2.8 m,平均冠幅 3.8 m;亚优势种有多脉青冈和锐齿槲栎,平均树高分别为 8.8 m 和 8.6 m,平均胸径分别为 31.6、24.5 cm,平均枝下高分别为 0.8、1.7 m,平均冠幅分别为 4.9、2.9 m;伴生种类有栎木、矩圆叶卫矛、水青冈、长蕊杜鹃、长叶石栎、雷公鹅耳枥、小叶女贞、甜槠、大果冬青、云山青冈、三峡槭、帽峰槭、朴树、灰叶稠李、庐山芙蓉、青钱柳和野桐等。第 II 层树高 4~7.5 m,平均 5.7 m,胸径 6.4~2.9 cm,平均 21.5 cm,枝下高 0~2.5 m,平均 1.1 m,冠幅 1.5~4.5 m,平均 2.6 m,覆盖度 62.4%;优势种为锐齿槲栎,平均树高 6.1 m,平均胸径 18.6 cm,平均枝下高 1.6 m,平均冠幅 2.6 m;亚优势种有包石栎、甜槠和多脉青冈,平均树高分别为 5.2、5.8、5.6 m,平均胸径分别为 19.6、30.1、17.7 cm,平均枝下高分别为 1.0、0.8、0.7 m,平均冠幅分别为 2.4、2.8、2.7 m。伴生种类有小叶女贞、圆锥绣球、黄丹木姜子、雷公鹅耳枥、栎木、算盘子、山樱毛花、矩圆叶卫矛、水青冈、青榨槭、尾叶山茶、长蕊杜鹃、长叶石栎、红果钓樟、香果树、云锦杜鹃、石灰花楸、白木乌柏、金缕梅和

表 4 包石栎锐齿槲栎林物种相对多度分割线段模型的显著检验

Table 4 Significance test on Borken-stick model of species relative abundance of *Lithocarpus cleistocarpus-Quercus aliena* var. *acuteserrata* forest in Nanyue, Hunan Province

参数 Parameter	乔木层 Arbor layer		灌木层 Shrub layer		草本层 Herb layer	
	序列多度 Rank abundance	多度频度 Abundance frequency	序列多度 Rank abundance	多度频度 Abundance frequency	序列多度 Rank abundance	多度频度 Abundance frequency
$\chi^2$	25.064	15.229	462.520	186.302	229.224	22.125
$\chi^2_{0.001}$	66.245	18.467	118.357	24.322	79.273	26.125

青皮木等。从乔木层常绿成分与落叶成分的株数来看,各占 51.50% 和 48.50%,按重要值统计各计 57.79% 和 42.21%。

灌木层树高 40~540 cm,平均 177.1 cm,胸径 0.8~5.8 cm,平均 2.1 cm,覆盖度为 46%。优势种为箬竹,重要值 40.63,亚优势种为尾叶山茶,云和新木姜子以及山榿等。灌木层种类组成复杂,重要

的伴生树种还有多脉青冈、柃木、花竹、杜鹃、雷公鹅耳枥、长叶石栎、白木乌柏和黄丹木姜子等。

草本层高度 6~60 cm,平均 20.4 cm,平均覆盖度 30%,优势种为求米草,重要值 31.58,亚优势种为心叶堇菜和光瓣堇菜,还有车前、蔓赤车、堇菜、蔓赤堇菜、蛇莓和臭节草等重要伴生分子。

群落层外植物主要有菝葜、寒莓、大血藤、翼梗

五味子、薯蓣、栝楼和绞股蓝等，木通、清风藤等零星分布。

分析表明，该群落可命名为包石栎+锐齿槲栎+甜槠—箬竹—求米草群丛 (*Association of Lithocarpus cleistocarpus + Quercus aliena var. acuteserrata + Castanopsis eyeri - Indocalamus tessellatus - Oplismenus undulatifolius*)，是一种尚未报道的群落类型(祁承经, 1990; 吴征镒, 1980)，属中亚热带中山地带常绿落叶阔叶混交林类型。

#### 2.4 群落更新

若按个体数目统计，包石栎锐齿槲栎林的常绿与落叶成分各占 58.1% 和 41.9%，若按综合值方法(左家哺等, 2001a)统计，常绿与落叶成分各占 50.1% 和 49.9%；按树种其综合值超过 10% 的有云和新木姜子、尾叶山茶、山榧、多脉青冈、雷公鹅耳枥、长叶石栎、黄丹木姜子、白木乌桕、包石栎、头状四照花、青榨槭、绿叶甘榧和长蕊杜鹃等，其综合值分别为 41.57、40.81、37.05、30.07、15.06、14.99、14.14、14.00、12.00、11.73、11.57、10.92 和 10.43。这说明南岳包石栎锐齿槲栎林在进一步更新演替过程中仍将保持常绿落叶阔叶混交林的性质，但其优势种和亚优势种包石栎、锐齿槲栎、甜槠等可能会被云和新木姜、尾叶山茶、山榧、多脉青冈、雷公鹅耳枥、长叶石栎等种类取代。

表 5 包石栎锐齿槲栎林物种相对多度对数级数分布模型参数

Table 5 Parameter on Log series distributional model of species relative abundance of *Lithocarpus cleistocarpus Quercus aliena var. acuteserrata* forest in Nanyue, Hunan Province

参数 Parameter	$\chi$	$\alpha$	$\chi^2$	$\chi^2_{0.001}$
乔木层 Arbor layer	0.903 344 7	14.551 61	2.166	18.467
灌木层 Shrub layer	0.988 662 2	14.736 17	15.576	24.322
草本层 Herb layer	0.996 448 1	7.450 06	15.713	26.125

#### 2.5 物种多样性

从表 2 看出，以重要值和优势度或盖度为测度指标，灌木层、草本层、乔木层的物种丰富度依次减小，相反，以株数或鲜重为测度指标，灌木层、乔木层、草本层依次减小；同一层次中以优势度或盖度、重要值、株数或鲜重为测度指标所计算的物种丰富

度依次减小。从表 2 看出，以重要值和优势度或盖度为测度指标，乔木层、灌木层、草本层的物种优势度依次减少或物种多样性依次增加；以株数或鲜重为测度指标的时，乔木层、草本层、灌木层的物种优势度依次减少或物种多样性依次增加。同一层次中，以优势度或盖度、株数或鲜重、重要值作为测度指标所计算的物种优势度依次减小或物种多样性增加。从表 2 看出，以重要值、株数或鲜重、优势度或盖度为测度指标，Shannon-Weaver 和 Brillouin 指数是灌木层、草本层、乔木层的物种变化度依次降低即物种多样性依次降低。McIntosh 指数以重要值、优势度或盖度为测度指标是草本层、灌木层、乔木层的物种变化度依次减少即物种多样性依次降低；以株数或鲜重为测度指标则是乔木层、灌木层、草本层的物种变化度依次减少即物种多样性依次降低。同一层次中，Shannon-Weaver 和 McIntosh 指数是以重要值大于以株数或鲜重和优势度或盖度为测度指标所计算的物种变化度；而 Brillouin 指数则是以株数或鲜重大于以重要值和优势度或盖度为测度指标所计算的物种变化度。从表 2 看出，以重要值作为测度指标时，Simpson 的均匀度是灌木层、乔木层、草本层依次减少；Shannon-Weaver、Sheldon 和 Heip 的均匀度是草本层、乔木层、灌木层依次减少；McIntosh 的均匀度是灌木层、草本层、乔木层依次减少；Brillouin 的均匀度是灌木层、草本层、乔木层依次减少。以株数或鲜重作为测度指标时，Simpson 的均匀度是灌木层、乔木层、草本层依次降低；McIntosh 的均匀度是草本层、乔木层、灌木层依次减少；Shannon-Weaver、Sheldon 和 Heip 等公式的均匀度是乔木层、草本层、灌木层依次降低；Brillouin 均匀度是乔木层、灌木层、草本层依次降低。以优势度或盖度作为测度指标时，Shannon-Weaver、McIntosh 和 Heip 均匀度草本层、乔木层、灌木层依次降低；Brillouin 均匀度是灌木层、乔木层、草本层依次降低；Sheldon 的均匀度是乔木层、草本层、灌木层依次降低；Simpson 的均匀度是灌木层、草本层、乔木层依次降低。

综合上述分析可得到以下 4 点初步结果：(1) 以重要值作为测度指标时，Brillouin 指数及其对应的均匀度与物种丰富度结果一致，即灌木层、草本层、乔木层的物种多样性依次降低；而 McIntosh 指数及其均匀度则是草本层、灌木层、乔木层的物种多样性依次降低。(2) 无论是以重要值还是株数或鲜重

与优势度或盖度为测度指标, Menhinick、Monk、Shannon-Weaver 和 Brillouin 等指数计算的结果均是灌木层、草本层、乔木层物种多样性依次降低。(3)同一层次不同的测度指标其物种多样性指数结果不同,相同测度指标不同物种多样性指数公式的计算结果并不表现出一致性。这与马克平等(1995)在“采用盖度,株数和地上生物量(鲜重)作为测度指标,发现 Simpson 指数总的变化趋势比较接近,但株数作为测度指标明显高于盖度和生物量”的结果不相吻合。由此表明,若仅用 1、2 个公式进行物种多样性测定可能会出现片面的结论。(4)南岳包石栎锐齿槲栎林 Simpson 指数值与东南亚、南美和西非比较接近(朱保忠,1991),而 Shannon-Weaver 指数值与山地季雨林水平接近(彭少麟,1987;胡玉佳等,2000)。

表 6 包石栎锐齿槲栎林物种相对多度  
对数正态分布模型参数

Table 6 Parameter on Log normal distribution model of species relative abundance of *Lithocarpus cleistocarpus*-*Quercus aliena* var. *acuteserrata* forest in Nanyue, Hunan Province

参数 Parameter	乔木层 Arbor layer	灌木层 Shrub layer	草本层 Herb layer
$\alpha$	0.198 625 9	0.198 625 9	0.228 395 5
$\chi^2$	51.750	59.821	19.740 66
$\chi^2_{0.001}$	18.467	24.322	26.125 00

## 2.6 物种相对多度分布

从表 3 可知,几何级数分布模型适于拟合包石栎锐齿槲栎林乔木层的物种与其个体数目之间关系即物种相对多度的分布,不适于灌木层和草本层。从表 4 可知,分割线段模型适于模拟包石栎锐齿槲栎林乔木层物种与其个体数目之间关系,其中多度-频度模型还适于草本层而不适于灌木层。从表 5 可知,对数级数分布模型完全适于拟合包石栎锐齿槲栎林任何层次的物种与其个体数量之间的关系;计算的  $\alpha$  值表明包石栎锐齿槲栎林植物物种多样性水平接近季雨林与稀树草原(朱保忠,1991)。从表 6 可知,对数正态分布模型适于拟合包石栎锐齿槲栎林草本层物种数量与其个体数目之间关系,而不适于乔木层和灌木层。总之,几何级数分布、分割线段模型只适于拟合乔木层,分割线段中的多度-频度模型和对数正态模型还适于拟合草本层,对数级数分布模型适于拟合任何层次。

在开展本项目研究过程中,参加野外调查的有周建良、田伟政、蒋端生、伍和平、罗健馨、宋光桃、旷建军等同志,野外调查时还得到罗冬林先生的照顾,在此一并表示感谢!

## 参考文献:

- 朱保忠. 1991. 森林生态学[M]. 北京: 中国林业出版社, 155-159.
- 左家哺. 1998. 南岳森林生物多样性研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 106-160.
- 祁承经. 1990. 湖南植被[M]. 长沙: 湖南科学出版社.
- 吴征镒. 1980. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社.
- 谢晋阳. 1993. 物种多样性指数与物种多度分布格局[C]. 见: 林金安. 植物科学综论[A]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 222-223.
- Cox GW. 1972. Laboratory manual of general ecology[M]. Dubque: Wm C Brown Company Publishers.
- Hu YJ(胡玉佳), Ding XQ(丁小球). 2000. Study on species diversity of plant of natural forest of tropic in Bawangling of Hainan island(海南岛坝王岭热带天然林植物物种多样性研究)[J]. *Biodiversity*(生物多样性), 8(4): 370-377.
- Jiang DS(蒋端生). 1995. A study of forest soil in Nanyue—[I. Basic characteristics and soil compactness(南岳森林土壤的研究—I. 基本特点和土壤紧实度)][J]. *Journ Hunan For Tech Coll*(湖南林专学报), 1: 44-50.
- Ma KP(马克平). 1994. The measurement of community diversity(生物群落多样性的测度方法)[C]. In: Qian YQ(钱迎倩), Ma KP(马克平). Principles and methodologies of biodiversity studies(生物多样性研究的原理与方法)[A]. 北京: Chinese Sci Tech Press(中国科学技术出版社), 1: 141-165.
- Ma KP(马克平), Huang JH(黄建辉). Yu SL(于顺利), et al. 1995. Plant community diversity in in Dongling mountain, Beijing, China—[II. Species richness, evenness and species diversity(北京东灵山地区植物群落多样性的研究—II. 丰富度、均匀度和物种多样性指数)][J]. *Act Ecol Sin*(生态学报), 15(3): 268-277.
- Magurran AE. 1988. Ecological diversity and its measurement[M]. Princeton: Princeton Univ Press.
- Peng SL(彭少麟). 1987. Ecological dominance of forest community of subtropic in Guangdong Province(广东亚热带森林群落的生态优势度)[J]. *Act Ecol Sin*(生态学报), 7(1): 36-42.
- Wu CY(吴征镒). 1979. The regionalization of Chinese flora (试论中国植物区系的分区问题)[J]. *Act Bot Yunnan*(云南植物研究), 1(1): 1-22.
- (下转第 206 页 Continue on page 206)