

文章编号:1004-8227(2010)09-1010-05

麻栎混交林空间结构与物种多样性研究

黄庆丰, 陈龙勇, 郝焰平, 宫守飞

(安徽农业大学林学与园林学院, 安徽 合肥 230036)

摘要: 林分空间结构是指林木在林地上的分布格局,以及林木之间树种、大小、分布等空间关系。林分空间结构决定了树木之间的竞争势及其空间生态位,在很大程度上决定了林分的稳定性、发展的可能性和经营空间的大小。研究目的在于揭示麻栎混交林林分空间结构与物种多样性特征,为林分空间结构调整和物种多样性保护提供理论依据。利用混交度、大小比数和角尺度 3 种空间结构参数,以及丰富度指数、Shannon-Wiener 指数、Pielou 指数等物种多样性数量指标,分析了青阳县麻栎混交林林分空间结构以及群落物种多样性特征。结果表明:乔木层优势树种麻栎多为中度以下混交,小叶栎和枫香多为强度和极强度混交;麻栎在空间大小和重要值对比上占有优势地位,小叶栎处于次要地位,枫香处于劣势地位为受压树种;从林分平面布局上看,该林分空间分布多为随机分布。分层物种丰富度和 Shannon-Wiener 指数依次是乔木层<草(含藤)本层<灌木层;而均匀度 Pielou 指数则是乔木层<灌木层<草(含藤)本层;生态优势度 Simpson 指数为乔木层>草本层>灌木层;灌木层有 17 科 18 属 21 种植物,淡竹占优势地位,野茉莉、山胡椒等占亚优势地位;草本层有 10 科 12 属 13 种植物,禾叶土麦冬占优势地位,其次是求米草、爬山虎等。林分空间结构和物种多样性数量特征分析结果均表明该森林类型具有稳定结构的群落特征。

关键词: 麻栎;混交林;林分空间结构;物种多样性
文献标识码: A

林分空间结构是指林木在林地上的分布格局,以及它的属性在空间上的排列方式,也就是林木之间树种、大小、分布等空间关系。林分空间结构决定了树木之间的竞争势及其空间生态位,在很大程度上决定了林分的稳定性、发展的可能性和经营空间的大小^[1]。分析和重建林分空间结构是森林经营向近自然方式转变的必要条件,也是制定近自然森林经营规划的前提^[2]。因此,基于空间结构分析的经营方案优化设计是目前国际上森林经营研究的一个重要方向^[3,4]。近自然林业认为顶级群落是一个稳定的、生物量高的森林发展阶段,群落中各树种的出现是有序的,在造林前要研究自然的树种谱和选择谱内的混交树种结构^[5];在缺少顶级森林群落的情况下,保护和发育良好、具备地带性顶级群落特征天然次生林,也可以作为人工模拟森林结构的模板。落叶阔叶混交林是九华山低山丘陵常见的植被类型之一,但由于人为破坏等因素的影响原始落叶阔叶林已不存在,现存的多为天然次生林,20 世纪 50、60

年代封育的落叶阔叶林已近成熟林,林分结构趋于稳定、已具备本源群落结构特征。有关林分空间结构^[2,6,7~10]和落叶阔叶林物种多样性^[11,12~14]的研究报道很多,但未见九华山山区麻栎(*Q. acutissima*)落叶阔叶林的研究报道,因此,本文以九华山山区麻栎落叶阔叶林为对象,开展林分空间结构和物种多样性研究,以便为现有麻栎落叶阔叶林结构优化调整以及植物多样性保护提供理论依据。

1 研究地概况

研究地位于安徽省九华山西南青阳县境内,长江中下游南岸、皖南山区北部,南依黄山,北枕长江,东经 117°40'0"~118°0'50",北纬 30°1'90"~30°5'0";地貌类型为丘陵;属亚热带湿润季风气候,四季分明,气候温和,雨量充沛,年平均温度为 16.1℃,年平均降水量为 1 525.2 mm,年平均日照 2 106.7 h,无霜期长达 218 d;土壤为黄棕壤、黄红壤等;地带

收稿日期:2009-09-01;修回日期:2009-10-21

基金项目:安徽省教育厅自然科学基金资助项目(6KJ175B)

作者简介:黄庆丰(1963~),男,安徽省桐城人,教授,博士研究生,主要从事森林可持续经营、调查规划等方面的研究。

E-mail:huangqf@ahau.edu.cn

性森林植被类型为北亚热带落叶阔叶和常绿阔叶林。本次调查的森林植被类型为麻栎与小叶栎 (*Q. chenii*)、枫香 (*L. formosana*) 阔叶混交林, 由 20 世纪 50 年代封山育林而成, 林分发育完好, 具有一定的代表性; 下木及草本植物有淡竹 (*Phyllostachys glauca*)、野茉莉 (*Styrax japonica*)、山胡椒 (*Lindera glauca*)、野鸦椿 (*Euscaphis japonica*)、六月雪 (*Serissa serissoides*)、映山红 (*Rhododendron simsii*)、山榿 (*Lindera reflexa*)、豆腐柴 (*Premna microphylla*)、禾叶土麦冬 (*Liriope graminifolia*) 等; 土壤为黄棕壤; 海拔 52 m; 坡度 4°~8°。

2 研究方法

2.1 样地设置与调查

在青阳县西华乡麻栎混交林(总面积约 4 hm²)内, 设置 0.22 hm² 的调查样地, 采取相邻格子法将其区划为 20 m×30 m 的乔木样方 1 块、20 m×20 m 的样方 4 块, 调查胸径大于 5 cm 的树种名称、胸径、树高, 以及坡位、坡向、海拔等; 用罗盘仪测量每棵树与最近参照点的距离与方位角, 并在坐标纸上绘制林木平面空间位置图。为避免边缘误差, 在每块样方四周设置 5 m 的缓冲区, 缓冲区内的树木只作相邻木记载。同时, 将每个乔木样方分为 16 个 5 m×5 m 灌木调查小样方(20 m×30 m 的样地为 24 个), 调查样方内灌木的种类、高度、冠幅、多度等; 在每一个灌木样方中再设 2~3 个 1 m×1 m 的小样方, 调查草(藤)本植物种类、高度、多度等。

2.2 分析方法

2.2.1 空间结构分析方法

选择混交度(M_i)、大小比数(U_i)和角尺度(W_i) 3 个描述林分空间结构的参数^[1,15], 并手工计算各参数, 进行林分空间结构分析(表 1)。

表 1 林分空间结构参数

Tab. 1 Stand Spatial Structure Parameters

空间结构参数	公式	备注
混交度	$M_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 V_{ij}$	当参照树 i 与 j 株最近相邻木非同种时 V_{ij} 取值为 1; 当参照树 i 与 j 株最近相邻木同种时 V_{ij} 取值为 0
大小比数	$U_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 K_{ij}$	当参照树 i 比最近相邻木 j 小时 K_{ij} 取值为 0; 反之 K_{ij} 取值为 1
角尺度	$W_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 Z_{ij}$	当第 j 个角 α 小于标准角 α_0 时, Z_{ij} 取值为 1, 反之则为 0

2.2.2 多样性分析方法

采用丰富度指数(S)、Shannon-Wiener 物种多样性指数、Pielou 均匀度指数、Simpson 生态优势度指数和重要值^[14,17,18] 分层计算物种多样性数量指标。

3 结果与分析

3.1 林分空间结构分析

3.1.1 林木种间关系

样地调查结果表明, 该麻栎混交林乔木层树种有麻栎、小叶栎和枫香, 3 个树种株数组成系数为 5:3:2, 组成比较简单。图 1 表明 5 个乔木样方平均混交度都在 0.50 以上, 即中度以上混交, 说明参照树周围 4 株最近相邻木有 2 株与参照树不同, 林分发育和保护比较好。表 2 反映的是各树种混交度及其频率分布。在 3 个树种中, 枫香为强度混交, 强度和极强度混交的频率之和达到 91%, 这是由于枫香的株数少, 出现周围最近 4 株相邻木有 3 株以上均为不同的树种。小叶栎为中度以上混交, 强度和极强度混交频率之和 59%, 说明超过一半的小叶栎最近 4 株相邻木有 3 株以上均为不同的树种。麻栎平均混交度为 0.46, 总体处于中度以下混交, 混交度小于 0.5 的频率之和为 68%, 其中有 14% 的零度混交, 说明在林分中麻栎多数是与同种集聚在一起。

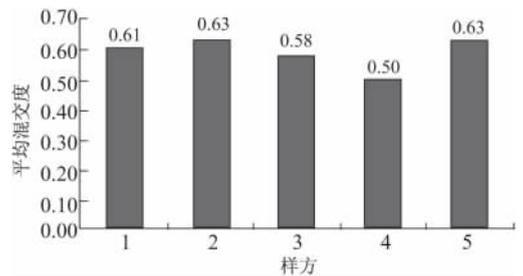


图 1 林分平均混交度

Fig. 1 Average Meanling

表 2 各树种混交度及其频率分布

Tab. 2 Mingling and Its Distribution Frequency of Tree Species

树种	混交度					平均值
	0	0.25	0.5	0.75	1	
麻栎 <i>Q. acutissima</i>	0.14	0.28	0.26	0.24	0.08	0.46
小叶栎 <i>Q. chenii</i>	0	0.15	0.26	0.44	0.15	0.65
枫香 <i>L. formosana</i>	0	0	0.09	0.61	0.30	0.80

3.1.2 林木大小分化程度

林木大小比数是描述林木相邻关系的参数, 其

数值越大代表相邻木也越大,而参照树越小越不占优势。由表 3 知,各树种平均大小比数取值范围在 0.32~0.86,说明林分内树种空间大小分化存在较大差异。麻栎和小叶栎林木平均大小比数分别为 0.32 和 0.43,处在亚优势和中庸之间,但麻栎优势和亚优势的频率之和为 0.64,而小叶栎优势和亚优势的频率之和只有 0.48,说明麻栎周围相邻木较大的树木比小叶栎更少,麻栎在林分中地位比小叶栎高。枫香林木平均大小比数为 0.86,表明枫香周围最近相邻木有 3 株以上比参照树大,其林木大小比数 0.75 和 1.0 的频率之和为 0.91,进一步说明枫香在林分中处于受压迫状态,为受压树种。

表 3 各树种大小比数及其频率分布

Tab. 3 Neighborhood Comparison and Its Distribution Frequency of Tree Species

树种	大小比数					平均值
	0	0.25	0.5	0.75	1	
麻栎 <i>Q. acutissima</i>	0.28	0.36	0.20	0.14	0.02	0.32
小叶栎 <i>Q. chenii</i>	0.22	0.26	0.22	0.19	0.11	0.43
枫香 <i>L. formosana</i>	0	0	0.09	0.39	0.52	0.86

3.1.3 林木空间分布格局

角尺度是用来描述林木个体在水平地面上分布格局的参数,它关注的是林木个体之间的方位关系,不必象分析混交度和大小比数那样分树种统计,只要考虑整个样地的取值情况即可。林木空间分布有均匀分布、随机分布和集聚分布 3 种情况。角尺度 $W < 0.475$ 时为均匀分布, $0.475 \leq W \leq 0.517$ 时为随机分布, $W > 0.517$ 时为集聚分布。由图 2 知,5 个乔木样方林分平均角尺度在 0.42~0.55,其中 1、2 号样方均大于 0.517,表明林木分布格局为集聚分布,3 号样方 0.51 为随机分布,4、5 号样方均小于 0.475 为均匀分布;但从林木角尺度分布频率(图 3)来看,角尺度为 0.50 的频率最高,其次是 0.25,表明林分空间分布格局大多数为随机分布,其次是均匀分布。一般认为林分如果不受严重干扰,经过漫

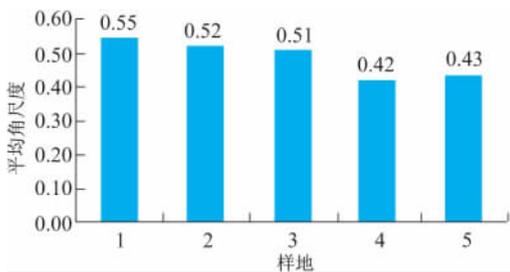


图 2 林分平均角尺度

Fig. 2 Mean Uniform Angle Index

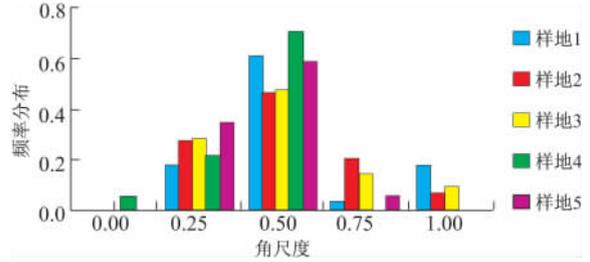


图 3 角尺度频率分布

Fig. 3 Distribution of Uniform Angle Index

长的进展演替后,水平分布格局应为随机分布^[15]。由此可见,该研究森林群落类型林分发育较好。

3.2 物种多样性分析

3.2.1 分层多样性

群落分层物种多样性数量特征计算结果如表 4,由该表知,分层物种丰富度和 Shannon-Wiener 指数依次是乔木层 < 草(含藤)本层 < 灌木层,这点与文献^[13]对处于亚顶级阶段的暖温带若干落叶阔叶林群落物种多样性研究结果一致,表明本文所研究的群落类型具有亚顶级阶段的森林群落特征;而均匀度 Pielou 指数则是乔木层 < 灌木层 < 草(含藤)本层;生态优势度 Simpson 指数为乔木层 > 草本层 > 灌木层。乔木层物种多样性最低,可能是由于研究地处于低海拔,封育早期受人为活动(如打柴)影响比较大的缘故,但后来保护和恢复得好,灌木层得到了较好的发展,进而对草本层起到了抑制作用。用均匀度来考虑多样性与群落稳定性的关系时,群落的均匀度指数越高、各层次相互的差异越不显著,说明群落的稳定性越高,从演替动态的角度来看其稳定性就越高^[13]。表 4 表明,除乔木层均匀度 Pielou 指数低于 0.5 以外,灌木层、草本层均在 0.5 以上,也说明该群落是比较稳定的群落类型。

表 4 群落物种多样性特征

Tab. 4 Characteristics of the Community Species Diversity

层次	丰富度 s	多样性指数	均匀度指数	优势度指数
乔木层	3	1.017	0.344	0.357
灌木层	21	1.917	0.708	0.256
草本层	13	1.427	0.726	0.285

3.2.2 分层植物种类组成与地位特征分析

由表 4 和表 5 知,该麻栎混交林乔木层组成树种分属 2 科 3 属,麻栎的重要值最大,结合林木大小比数进一步说明麻栎在乔木层中占优势地位,为建群种;灌木层有 17 科 18 属 21 种植物,淡竹占优势地位,野茉莉、山胡椒、野鸦椿等占亚优势地位;草(含藤)本层植物有 10 科 12 属 13 种,禾叶土麦冬占

表 5 不同层次植物种类与重要值

Tab. 5 Plant Species and Important Value in Different Layers

层次	种类	重要值
灌木层	淡竹 <i>Phyllostachys glauca</i>	80.498
	野茉莉 <i>Styrax japonica</i>	28.523
	山胡椒 <i>Lindera glauca</i>	25.019
	胡枝子 <i>Lespedeza bicolor</i>	23.017
	野鸦椿 <i>Euscaphis japonica</i>	22.396
	六月雪 <i>Serissa serissoides</i>	17.886
	映山红 <i>Rhododendron simsii</i>	17.365
	山檀 <i>Lindera reflexa</i>	17.044
	豆腐柴 <i>Premna microphylla</i>	15.339
	细柱五加 <i>Acanthopanax gracilistylus</i>	14.616
	荚蒾 <i>Viburnum dilatatum</i>	8.337
	大青 <i>Clerodendrum cryptophyllum</i>	8.061
	枫香 <i>L. formosana</i>	7.632
	华东木蓝 <i>Indigofera fortunei</i>	7.427
	小果菝葜 <i>Smilax davidiana</i>	6.956
	中华石楠 <i>Photinia beauverdiana</i>	5.119
	油桐 <i>Vernicia fordii</i>	5.115
	菝葜 <i>Smilax china</i>	4.460
	白栎 <i>Quercus fabri</i>	3.812
	黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>	2.097
八角枫 <i>Alangium chinense</i>	1.475	
草本层	禾叶土麦冬 <i>Liriope graminifolia</i>	68.336
	求米草 <i>Oplismenus undulatifolius</i>	45.010
	爬山虎 <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	33.671
	金线草 <i>Antenoron filiforme</i>	27.272
	海金沙 <i>Lygodium japonicum</i>	21.570
	边缘鳞盖蕨 <i>Microlepis marginata</i>	20.374
	鸡屎藤 <i>Paederia sandens</i>	17.471
	点腺过路黄 <i>Lysimachia hemsleyana</i>	16.328
	中华鳞毛蕨 <i>Dryopteris chinensis</i>	14.485
	画眉草 <i>Eragrostis pilosa</i>	6.627
	木通 <i>Akebia quinata</i>	4.358
	天门冬 <i>Assparagus cochinchinensis</i>	1.479
	三叶木通 <i>Akebia trifoliata</i>	0.821
乔木层	麻栎 <i>Q. acutissima</i>	144.400
	小叶栎 <i>Q. chenii</i>	91.800
	枫香 <i>L. formosana</i>	63.800

优势地位,其次是求米草、爬山虎、金线草等。从该群落类型林下植物种类组成来看,未见麻栎和小叶栎幼苗、幼树,这主要是由于麻栎和小叶栎都是喜光树种,林下不易更新成活的结果,正因为此,麻栎和小叶栎通常作为荒山荒地造林的先锋树种。

4 讨论与结论

4.1 讨论

(1) 混交度代表树种的隔离程度,树种混交度越高,代表该树种的混交程度或隔离程度越高。一般认为树种隔离程度越高,林分的结构越稳定。研

究表明^[3]:经过几十年封育得到恢复的天然林其树种混交度都很高。本文的麻栎混交林林分平均混交度都在 0.50 以上,即中度以上混交,但麻栎混交度相对较低,多数处于中度以下混交,其原因是封育早期人们将不是麻栎、小叶栎、枫香的树木作为薪材砍伐掉了。现有的研究结果还表明,生态位高的树种大小比数为优势和亚优势的频率之和都很高,本文结果与此一致;另外,恢复和发育好的天然林林木空间分布格局趋于随机分布,本文的麻栎混交林大多数林木趋于随机分布,这说明研究对象恢复和发育较好。

(2) 麻栎混交林是九华山区常见的落叶阔叶混交林类型之一,但由于人为的破坏,现存的多是天然次生林。据已有的资料显示,发育完好的麻栎混交林,伴生树种常有栎属多种,如栓皮栎、短柄枹、槲栎、白栎、小叶栎等;林下灌木常有山胡椒、映山红等。本文所研究的是经过 46 a 封育、恢复而形成的麻栎混交林,其建群种为麻栎,主要伴生种为小叶栎,与发育完好的麻栎混交林相比树种组成较为单调,这主要是早期人为干扰的结果,从林分封育时间和树种组成上来看,林分已具备稳定结构的群落特征。近自然林业认为林分结构越接近自然就越稳定,森林就越健康、越安全。在缺少原始林作为参照模式的情况下,封育时间很长、保护和发育良好的天然次生近、成熟林,也可以作为天然林近自然经营和人工林近自然改造的参照模式。

(3) 麻栎具有耐干旱瘠薄等特点,常作为荒山荒地造林的先锋树种,近年来在安徽省作为能源林营造树种发展很快,但多以纯林为主,自然状态下麻栎常与小叶栎等树种混生,从植物多样性保护的角度出发,建议将来的麻栎能源林营造尽可能选择与小叶栎、枫香等树种混交以形成混交林。

4.2 结论

(1) 在林木种间关系上,麻栎多中度以下混交、呈单种聚集分布,小叶栎多为中度以上混交,而枫香则呈强度混交;在林木大小分化程度上,麻栎在空间大小对比上占有一定的优势地位,为优势树种,其次是小叶栎,而枫香则处于劣势地位,为受压树种;在林木空间分布格局上,多数为随机分布。林分空间结构研究分析表明,该森林类型保护和发育比较好。

(2) 该群落类型分层物种丰富度和 Shannon-Wiener 指数依次是乔木层 < 草(含藤)本层 < 灌木层;而均匀度 Pielou 指数则是乔木层 < 灌木层 < 草(含藤)本层;生态优势度 Simpson 指数为乔木层 > 草本层 > 灌木层。

(3) 灌木层有 17 科 18 属 21 种植物, 淡竹占优势地位, 野茉莉、山胡椒、野鸦椿等占亚优势地位; 草(含藤)本层植物有 10 科 12 属 13 种, 禾叶土麦冬占优势地位, 其次是求米草、爬山虎、金线草等。

参考文献:

- [1] 惠刚盈, 胡艳波. 混交林树种空间隔离程度表达方式的研究[J]. 林业科学研究, 2001, 14(1): 23~27.
- [2] 郝云庆, 王金锡, 王启和. 柳杉纯林改造后林分空间结构变化预测[J]. 林业科学, 2006, 42(8): 8~12.
- [3] 胡艳波, 惠刚盈. 优化林分空间结构的森林经营方法探讨[J]. 林业科学研究, 2006, 19(1): 1~8.
- [4] TRIFKOVIC' S, YAMAMOTO H. Indexing of spatial patterns of trees using a mean of angles[J]. Journal of Forest Research, 2008(13): 117~121.
- [5] 许新桥. 近自然林业理论概述[J]. 世界林业研究, 2006, 19(1): 10~13.
- [6] 胡艳波, 惠刚盈, 戚继忠. 吉林蛟河天然红松阔叶林的空间结构分析[J]. 林业科学研究, 2003, 16(5): 520~530.
- [7] 郑丽凤, 周新年, 江希钿. 松阔混交林林分空间结构分析[J]. 热带亚热带植物学报, 2006, 14(4): 275~280.

- [8] 范少辉, 张群, 沈海龙. 次生林内红松幼树的恢复及其状况的量化表达[J]. 林业科学, 2005, 41(1): 71~77.
- [9] 徐海, 惠刚盈, 胡艳波. 天然红松阔叶林不同径阶林木的空间分布特征分析[J]. 林业科学研究, 2006, 19(6): 687~691.
- [10] 贾秀红, 郑小贤. 长白山过伐林区云冷杉针阔混交林空间结构分析[J]. 华中农业大学学报, 2006, 25(4): 436~440.
- [11] 谢晋阳, 陈灵芝. 暖温带落叶阔叶林的物种多样性特征[J]. 生态学报, 1994, 14(4): 337~344.
- [12] 金则新. 浙江天台山落叶阔叶林物种多样性研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2001, 27(4): 427~432.
- [13] 高贤明, 马克平, 陈灵芝. 暖温带若干落叶阔叶林群落物种多样性及其与群落动态的关系[J]. 植物生态学报, 2001, 25(3): 283~290.
- [14] 谷海燕, 李策宏. 峨眉山常绿落叶阔叶混交林的生物多样性及植物区系初探[J]. 植物研究, 2006, 26(5): 618~623.
- [15] 惠刚盈, von GADOW K, ALBERT M. 一个新的林分空间结构参数——大小比数[J]. 林业科学研究, 1999, 12(1): 1~6.
- [16] 惠刚盈, von GADOW K. 角尺度——一个描述林木个体分布格局的结构参数[J]. 林业科学, 1999, 35(1): 37~42.
- [17] 黄庆丰, 高健, 吴泽民. 巢湖低丘不同森林类型物种多样性数量特征研究[J]. 安徽农业大学学报, 2003, 30(2): 163~167.
- [18] 刘金福, 洪伟, 许忠实, 等. 格氏栲林林窗物种多样性动态规律的研究[J]. 林业科学, 2003, 39(6): 159~164.

ANALYSIS OF THE STAND SPATIAL STRUCTURE AND SPECIES DIVERSITY OF *QUERCUS ACUTISSIMA* MIXED FOREST

HUANG Qing-feng, CHEN Long-yong, HAO Yan-ping, GONG Shou-fei
(Faculty of Forest and Landscape, Anhui Agriculture University, Hefei 230036, China)

Abstract: Stand spatial structure shows the distribution pattern of trees and their spatial relationship in tree species, size, and distribution and so on. It decides the competition and spatial niche of the trees, and decides the stability, development probability and spatial size in management of the stand to a great extent. The aim of this paper is to reveal the characteristics of the stand spatial structure and species diversity of *Quercus acutissima* mixed forest, and to provide the theory basis for stand spatial structure adjustment and species diversity protection. Stand spatial structure and species diversity of *Q. acutissima* mixed forest in Qingyang county of Anhui Province, China were analyzed using three spatial structure parameters (mingling, neighborhood comparison, uniform angle index), Species richness, Shannon-Wiener and Pielou etc. The results showed that *Q. acutissima* was the dominant species in the tree layer, and majority of its mingling values were smaller than 0.50. But *Q. chenii* and *Liquidambar formosana* exhibited intensive and most intensive mingling. When using the neighborhood comparison method and the important value to analyze the position of the trees, *Q. acutissima* had an advantage over *Q. chenii* and *L. formosana*, followed by *Q. chenii* and *L. formosana* which were suppressed species. Considering tree distribution pattern by uniform angle index, the stand in this community was found to be a random distribution. The indices of Species richness, Shannon-Wiener are tree layer < herb layer < shrub layer; while the indices of Pielou community evenness are tree layer < shrub layer < herb layer, and Simpson ecological dominance are tree layer > herb layer > shrub layer. There are 17 families, 18 genera and 21 species in shrub layer. *Phyllostachys glauca* was dominant species in important value, followed by *Styrax japonica* and *Lindera glauca* etc. There are 10 families, 12 genera and 13 species in herb layer. *Liriope graminifolia* was dominant species in important value, followed by *Oplismenus undulatifolius* and *Parthenocissus tricuspidata* etc. The results of stand spatial structure and species diversity analysis showed that this forest type had characteristic of forest community in the stage of stable structure.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>
Key words: mixed forest; stand spatial structure; species diversity