

叶山常绿落叶阔叶林群落结构与物种多样性

唐雪海, 黄庆丰, 吴文友

(安徽农业大学林学与园林学院, 合肥 230036)

摘要: 群落结构与植物多样性研究对于植被恢复和植物多样性保护具有重要意义。以铜陵叶山天然常绿落叶阔叶混交林为研究对象, 在其内设置 1.8 hm² (150 m × 120 m) 的大样地, 对样地所在的植物群落的结构、物种组成和多样性进行了分析研究。结果表明, 该群落有 33 科、43 属、52 种植物。乔木层优势树种为麻栎, 伴生树种有青冈栎等, 落叶阔叶树木株数、断面积占大样地林木株数和断面积的比例以及重要值之和均大于常绿阔叶树, 该群落具备了北亚热带低山常绿落叶阔叶林群落结构特征; 乔木层林木直径 (> 5 cm) 分布呈偏左正态分布, 表明该林分具有同龄林直径结构特点。灌木层优势植物种为溲疏, 亚优势种有青冈栎等; 草本层优势植物种为半岛鳞毛蕨。分层物种丰富度和多样性指数灌木层 > 乔木层 > 草本层; 均匀度指数灌木层 > 乔木层 > 草本层; 生态优势度指数草本层 > 乔木层 > 灌木层。灌木层有多种乔木层的幼苗和幼树, 乔木层和灌木层具有相关性。

关键词: 常绿落叶阔叶林; 群落结构; 物种多样性

中图分类号: S718.54

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X(2014)01-0116-06

Community structure and species diversity of the evergreen-deciduous broadleaf forest in Yeshan

TANG Xuehai, HUANG Qingfeng, WU Wenyu

(School of Forest and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

Abstract: It is very important for restoration and plant biodiversity protection to research on community structure and plant diversity. A plot (150 m × 120 m) was set up in the natural evergreen-deciduous broadleaf mixed forest in Tongling Yeshan to analyze the community structure, species composition and diversity within the plot, based on the investigation of the plot. The results show that this community contains 52 species which belong to 43 genera of 33 families. The dominant species is *Quercus acutissima*, followed by *Cyclobalanopsis glauca* etc. in tree layer. The proportion of the number, the basal area accounting for the sum of tree number and basal area, and the sum of the important value of deciduous broadleaf forest are larger than that of evergreen broadleaf in tree layer. The community has a structural characteristic of north subtropical and lower mountain evergreen-deciduous broadleaf forest. The diameter (> 5 cm) distribution of tree layer show a left skewed distribution, indicating the stand has a characteristic of diameter distribution of ever-aged forest. The dominant species is *Deutzia scabra*, and the subdominant is *Cyclobalanopsis glauca* etc. in shrub layer. The dominant species is *Cyclobalanopsis glauca* in herb layer. The indices for species richness and shannon-wiener are shrub layer > tree layer > herb layer. Evenness index is shrub layer > tree layer > herb layer. The Simpson ecological dominance index is herb layer > tree layer > shrub layer. The shrub layer contains a variety of seedling and sapling, which is the same as tree layer in tree species. Between the tree layer and shrub layer, there is a correlation in tree species.

Key words: evergreen-deciduous broadleaf forest; community structure; species diversity

常绿落叶阔叶混交林在我国亚热带山地有较广泛的分布, 是落叶阔叶林与常绿阔叶林之间的过渡

类型。在北亚热带低山的常绿落叶阔叶混交林通常以落叶树为主, 常居于乔木的上层, 常绿阔叶树种

的数量较少, 常居于乔木亚层^[1]。铜陵叶山地处北亚热带, 地理坐标为东经 117°57'36"~30°54'41", 由于人为破坏等原因原始常绿落叶阔叶混交林已不存在, 现存的多为 20 世纪 50 年代初封育形成的天然次生林, 受人为保护的原因, 这些天然次生阔叶混交林恢复良好, 已进入成熟林稳定阶段, 具备地带性顶级群落特征。自然干扰形成的林分、景观可以作为科学造林、营林的基础^[3-5]。森林群落结构与物种多样性的研究有利于更好的认识群落的组成、结构、功能和动态, 掌握群落演替的一般规律, 以及认识生物多样性形成机制, 从而为生物多样性保护提供理论依据^[6]。因此, 群落结构、物种多样性等成为生态学研究十分重要的内容和热点之一^[7]。常绿落叶阔叶混交林结构与物种多样性的研究也有报道^[7-11], 但还未见报道铜陵叶山常绿落叶阔叶林群落结构与物种多样性研究。本试验对铜陵叶山常绿落叶阔叶混交林组成、结构、物种多样性进行了分析研究, 以期了解其植被恢复状态, 为天然林植被恢复和物种多样性保护提供理论依据。

1 研究地概况

研究地位于安徽省铜陵市叶山林场, 长江中下游南岸, 地理坐标为东经 117°57'36", 北纬 30°54'41", 亚热带湿润季风气候, 温暖湿润, 四季分明。年平均气温 17.8℃, 年平均降雨量 1370 mm, 无霜期年平均 230 d, 年日照时间 2000~2050 h。地貌类型为丘陵, 最高海拔 487 m, 土壤为黄红壤, 土壤厚度为 80~120 cm。地带性植被为亚热带常绿阔叶林与落叶阔叶混交林, 由于人为破坏等原因, 现存的植被均为人工林和天然次生林。叶山林场经营总面积近 595.4 hm², 森林覆盖率 93%以上, 自 20 世纪 50 年代开始封山育林, 现有天然次生林面积 183.0 hm², 主要乔木树种有麻栎 (*Quercus acutissima*)、苦槠 (*Castanopsis sclerophylla*)、石栎 (*Lithocarpus glaber*)、枫香 (*Liquidambar formosana*)、白栎 (*Quercus albus*)、黄檀 (*Dalbergia hupeana*)、青冈栎 (*Cyclobalanopsis glauca*)、马尾松 (*Pinus massoniana*) 等。本试验研究的是 20 世纪 50 年代封育且恢复和保护良好的麻栎与青冈栎、马尾松、苦槠等混交林; 林下灌木树种有溲疏 (*Deutzia scabra*)、青冈栎、山胡椒 (*Lindera glauca*) 等; 主要草本植物中低海拔主要有半岛鳞毛蕨 (*Dryopteris peninsulae*)、红盖鳞毛蕨 (*Dryopteris scottii*)、显子草 (*phaenosperma globlsa*) 等。南坡, 平均海拔 140 m, 平均坡度 35°左右。

2 研究方法

2.1 样地的设置

在叶山 20 世纪 50 年代封育的常绿落叶阔叶混交林内设置 1.8 hm² (150 m×120 m) 的大样地, 用相邻格子法, 将大样地划分为 20 个 30 m×30 m 乔木调查单元, 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。在每个乔木调查单元内采取对角线法选取 5 m×5 m 的 5 个样方对灌木层进行研究, 共 100 个灌木样方; 再在每个灌木样方对角线交叉点处设置 1 m×1 m 样方 1 个, 共 100 个草本样方。调查记载每个灌木和草本样方内植物名称、株数、盖度等。

2.2 植物多样性分析方法

采用以下物种多样性数量指标和群落综合特征来计算、分析群落的物种多样性^[12]。

(1) 物种多样性指数: 采用 Shannon-wiener 指数 $H = -\sum P_i \ln P_i$;

(2) 群落均匀度指数: 采用 Pielou 指数 $J = H / \ln S$;

(3) 生态优势度指数: 采用 Simpson 指数 $D = \sum (n_i - 1) n_i / N(N - 1)$;

(4) 重要值=相对多度+相对频度+相对显著度, 式中: S 为物种总数; P_i 是第 i 种个体数 n_i 占总个体数 N 比例, 即 $P_i = n_i / N$; $i = 1, 2, 3, \dots, S$ 。

3 结果与分析

3.1 直径结构

大样地每木检尺表明大样地林木直径大于 5 cm 的林木株数共有 1660 棵, 平均胸径 18.1 cm, 总胸高断面积 48.8781 m², 其中: 优势树种麻栎 1068 株、断面积 27.681 2 m², 占总株数和总断面积的 64.3%和 56.6%; 伴生树种青冈栎 246 株、断面积 8.3589 m², 占总株数和总断面积的 14.8%和 17.1%; 马尾松 101 株、断面积 7.5977 m², 占总株数和总断面积的 6.1%和 15.5%, 苦槠 106 株、断面积 1.9522 m², 占总株数和总断面积的 6.4%及 4.0%。落叶阔叶树林木株数和断面积分别占大样地的 66.3%和 59.3%, 常绿阔叶树林木株数和断面积分别占大样地的 23.8%和 22.8%, 针叶树林木株数和断面积分别占大样地 6.1%和 15.5%, 从林木株数和断面积比例系数来看, 该森林群落属于常绿落叶阔叶混交林。

大样地林分直径分布如图 1, 正态性检验结果表明其偏度为 1.2926, 峰度为 3.1401, 说明林分直径结构为左偏正态分布。同龄林分直径结构近于正

态分布,而异龄林为近似双曲线式的反J型曲线^[13]。林分直径结构分析表明该林分具有同龄林直径结构特点,说明它是在较短的时间内封育成林的,其原因是该地水热条件好、植物种源充足,再加上人为保护,封山育林效果好。

青冈栎等其它树种的进入并到达林冠层,林分环境发生变化,马尾松是阳性树种,因得不到阳光而逐渐被淘汰,林木株数越来越少,只留下少量大径级林木。

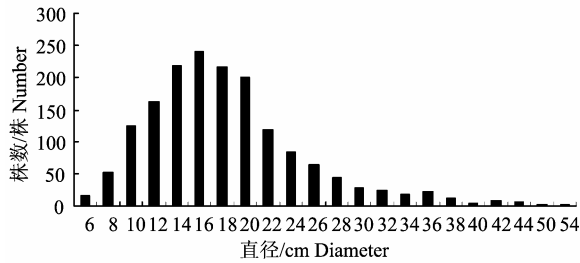


图 1 林分直径分布

Figure 1 Diameter distribution of stand

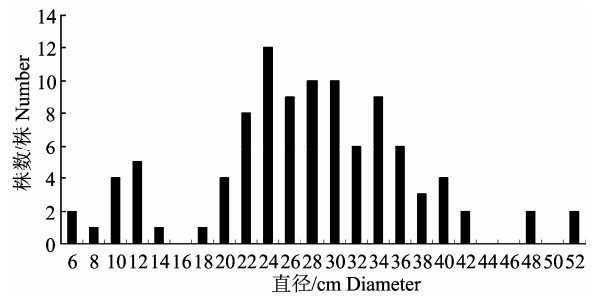


图 4 马尾松直径分布

Figure 4 Distribution of P.massoniana diameter

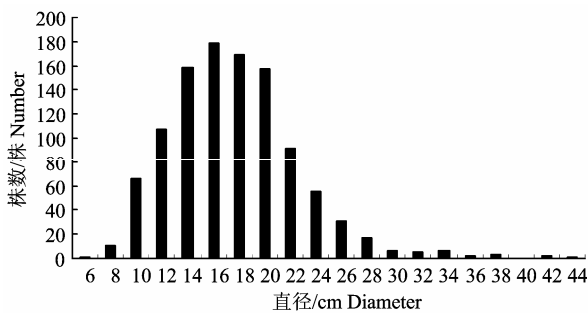


图 2 麻栎直径分布

Figure 2 Distribution of Q.acutissima diameter

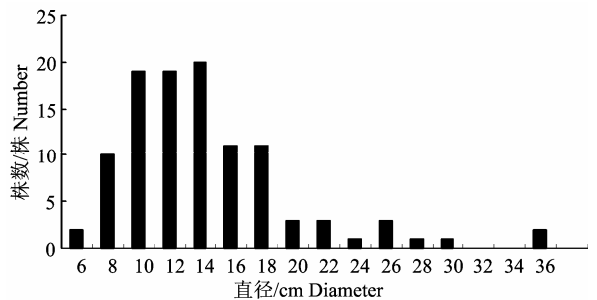


图 5 苦槠直径分布

Figure 5 Distribution of C.sclerophylla diameter

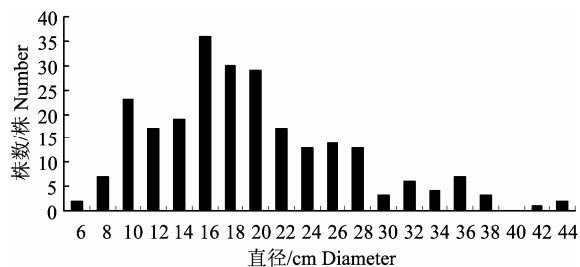


图 3 青冈栎直径分布

Figure 3 Distribution of C.glauca diameter

优势树种麻栎和伴生树种青冈栎、马尾松、苦槠直径分布如图 2~图 5。由各树种直径分布图可知,麻栎、青冈栎、苦槠直径分布与大样地林分直径分布基本一致为偏左正态分布,麻栎林木株数集中在平均直径 17.5 cm 左右,青冈栎林木株数集中在平均直径 19.4 cm 左右,苦槠林木株数集中在平均直径 14.3 cm 左右;而马尾松直径分布呈无偏正态分布,且平均直径 29.5 cm,大于上述 3 树种林木平均直径,分析其原因主要是马尾松作为封育早期的先锋树种,先期占领林地获得更新,随着麻栎、

3.2 植物组成

大样地和样方调查结果表明该群落类型共有 52 种植物(如表 1),分属 33 科、43 属,其中:乔木层有 13 科、18 属、20 种植物,优势科壳斗科有 3 属(栎属、柯属和栲属)、5 种(麻栎、青冈栎、苦槠、石栎、白栎和黄山栎 (*Quercus stewardii*));灌木(含木质藤本)层有 23 科、32 属、38 种植物,优势科壳斗科有 4 属(栎属、青刚栎属、柯属和栲属)、6 种(青冈栎、槲栎 (*Quercus aliena*)、苦槠、短柄枹栎 (*Quercus glandulifera var.brevipetiolata*)、麻栎和石栎),其次是樟科有 3 属(樟属、木姜子属和钓樟属)、5 种(山胡椒、山鸡椒 (*Litsea cubeba*)、绿叶甘藷 (*Lindera fruticosa*)、豹皮樟 (*Litsea coreana* Lvl. Var.Sinensis)和香樟 (*Cinnamomum camphora*));草本层有 8 科、8 属、8 种植物,优势科为鳞毛蕨科、1 属(鳞毛蕨属)、2 种(半岛鳞毛蕨和红盖鳞毛蕨)。

乔木层优势树种为麻栎,伴生树种有青冈栎、马尾松、苦槠等,其重要值分别为 136.250、48.176、32.825 和 25.349,可见,麻栎在群落环境发挥着重要作用,为建群种。落叶阔叶树重要值之和为

149.636, 常绿树种重要值之和为 91.581, 针叶树重要值之和为 32.825, 进一步说明了该群落为常绿落叶阔叶混交林。北亚热带低山的常绿落叶阔叶混交

林通常以落叶树为主, 常居于乔木上层, 常绿阔叶树种的数量较少, 常居于乔木亚层^[1]。本研究所得结果也体现了北亚热带低山常绿落叶阔叶林特征。

表 1 不同层次植物种类与重要值

Table 1 Plant species and important value in different layers

层次 Layer	树种 Tree species	重要值/% I.V.	层次 Layer	树种 Tree species	重要值/% I.V.
乔木层 Tree layer	麻栎	136.250	灌木层 (含藤本) Shrub layer	杜鹃	6.189
	青冈栎	48.176		漆树	5.681
	马尾松	32.825		水竹	4.887
	苦槠	25.349		短柄枹栎	4.420
	石栎	18.055		红枝柴	3.863
	白栎	13.386		山鸡椒	3.681
	枫香	5.521		茶树	3.658
	山鸡椒	4.199		海州常山	2.981
	油桐	3.014		麻栎	2.949
	黄檀	2.182		鸡屎藤	2.381
	野桐	1.923		野鸭椿	2.130
	山合欢	1.858		野茉莉	1.837
	黄山栎	1.239		绿叶甘藷	1.306
	糯米糞	1.092		油桐	1.302
	红枝柴	1.046		臭椿	0.900
	野柿树	1.032		豹皮樟	0.818
	小果冬青	1.009		插田炮	0.608
	刺柏	0.939		枫香	0.521
	小果蔷薇	0.905		香樟	0.363
	黄连木	0.000		山合欢	0.287
灌木层 (含藤本) Shrub layer	溲疏	70.832	草本层 Herb layer	竹叶椒	0.255
	青冈栎	54.219		莢迷	0.000
	山胡椒	30.656		半岛鳞毛蕨	86.058
	黄檀	16.603		红盖鳞毛蕨	72.167
	野桐	12.746		显子草	68.714
	大青	9.952		麦冬	22.773
	朱砂根	9.471		绞股蓝	17.564
	榲栌	9.416		鸡屎藤	13.163
	黄连木	9.411		大马蓼	9.865
	野柿树	6.566		兰草	7.760
	苦槠	6.334		络石	1.937
	盐肤木	6.227			

注: 油桐 *Aluertes fordii*, 黄檀 *Dalbergia hupeana*, 野桐 *Mallotus tenuifolius*, 山合欢 *Albizia kalkora*, 糯米糞 *Tilia henryana*, 红枝柴 *Meliosma oldhami*, 野柿树 *Diospyros kaki Thunb. var. silvestris*, 小果冬青 *Ilex micrococca*, 刺柏 *Juniperus formosana*, 小果蔷薇 *Rosa cymosa*, 黄连木 *Pistacia chinensis*, 溲疏 *Deutzia scabra*, 大青 *Clerodendron cyrtophyllum*, 朱砂根 *Ardisia crenata*, 盐肤木 *Rhus chinensis*, 杜鹃 *Rhododendron simsii*, 漆树 *Toxicodendron vernicifluum*, 水竹 *Cyperus alternifolius*, 茶树 *Camellia sinensis*, 海州常山 *Clerodendrum trichotomum*, 鸡屎藤 *Paederia scandens*, 野鸭椿 *Euscaphis japonica*, 野茉莉 *Styrax japonicus*, 羊躑躅 *Rhododendron molle*, 爬山虎 *Parthenocissus tricuspidata*, 臭椿 *Ailanthus altissima*, 插田炮 *Rubus coreanus*, 山合欢 *Albizia kalkora*, 竹叶椒 *Zanthoxylum planispinum*, 莢迷 *Viburnum dilatatum*, 麦冬 *Ophiopogon japonicus*, 绞股蓝 *Fiveleaf Gynostemma*, 鸡屎藤 *Paederia scandens*, 大马蓼 *Polygonum lapathifolium*, 兰草 *Cymbidium goeringii*, 络石 *Trachelospermum jasminoides*.

灌木层优势植物种为溲疏, 亚优势种有青冈栎和山胡椒, 其重要值分别为 70.832、54.219 和

30.656; 灌木层有青冈栎、苦槠、麻栎等乔木幼苗。灌木层是乔木树种的幼苗库, 集中了大量的幼苗和

幼树,是幼苗生活的直接环境,因此,对于整个群落的更新具有十分重要的意义^[14]。

草本层优势植物种为半岛鳞毛蕨,亚优势种有红盖鳞毛蕨、显子草,其重要值分别为 86.058、72.167 和 68.714。

3.3 植物多样性数量指标

根据大样地和样方资料,分别计算各层物种多样性数量指标,结果如表 2。由表 2 可以看出,分层物种丰富度和多样性指数灌木层>乔木层>草本层,灌木层和乔木层都具有很高的物种丰富度和多样性指数,说明该群落类型恢复和保护较好,灌木层和乔木层得到良好发展;草本层物种丰富度和多样性指数较低,是由于乔木和灌木层的抑制作用。

群落均匀度指数表现为灌木层>乔木层>草本层,说明灌木分布均匀,乔木层次之,草本分布最

不均匀。以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^[6]。该群落乔木层、灌木层均匀度均较高分别为 0.5428 和 0.7468,差异不显著,草本层虽低些 0.2879,但不能决定群落内部环境,重要的是乔木和灌木层。因此,从这点来说,该群落稳定性高。

生态优势度指数和物种多样性指数相比则呈相反的变化趋势,即草本层>乔木层>灌木层,说明草本层被少数物种所控制,从重要值来看这少数物种是半岛鳞毛蕨、红盖鳞毛蕨和显子草;乔木层生态优势度值与草本层相差不大,但从重要值来看控制树种只有一个为麻栎,是优势树种和建群种。

表 2 群落物种多样性特征

Table 2 The characteristics of the community species diversity

层次 Layer	物种丰富度 Species richness	Shannon-wiener 指数 (H)	Pielou 均匀度指数 (J)	Simpson 指数 (D)
乔木层 Tree	20	0.9636	0.5428	0.5275
灌木层 Shrub	38	1.5752	0.7468	0.2865
草本层 Herb	8	0.2444	0.2879	0.5586

4 讨论

4.1 植物多样性与人为干扰

人为干扰不仅将一个生态系统位移至一个早期或更为初级演替阶段,生态演替在人为干预下也可能加速、延缓、改变方向以至向相反方向进行,不同的人为干扰程度对天然群落的更新、结构组成、物种分布状态等方面产生影响^[15]。已有的研究报道表明,人为干扰对群落上层物种多样性影响较大,随着人为干扰尺度加大,乔木层物种多样性指数和均匀度呈线性下降、而优势度呈线性上升,当人为干扰停止后,受破坏群落在自然状态下向当地典型地带性植被类型演替^[15-16]。本文研究地铜陵叶山与青阳县同处长江中下游南岸,地带性森林植被类型为北亚热带落叶阔叶和常绿阔叶林。但对青阳县封育 46 年的麻栎阔叶混交林植物多样性研究,其乔木层树种只有 2 科 3 种^[17],而本研究麻栎阔叶混交林乔木层树种有 13 科、18 属、20 种,分析其原因是前者地处交通方便、人口集中的丘陵区,封育早期人为干扰较多,而后者为国有叶山林场所有,自 20 世纪 50 年代封育以来,该群落无人破坏、植被恢复较好,已经具备了北亚热带低山常绿落叶阔叶林

群落结构特征。

4.2 分层物种多样性

高贤明等^[6]对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研究结果表明,暖温带中部至西南部的森林群落不同层次的多样性特征的一般规律是物种丰富度、Shannon-Wiener 指数均为灌木层>草本层>乔木层;谢晋阳等^[18]研究表明,随着从北到南纬度的不断降低,落叶阔叶林的物种多样性指数不断增加,优势度指数不断减小。其中,乔木层和灌木层的物种多样性指数均遵循上述规律,草本层的物种多样性指数增加后又降低,优势度指数减低后又增加。本研究地处长江中下游南岸,是亚热带与暖温带的过渡区域,水热条件优越、植物种源丰富,封山育林后灌木层和乔木层得到良好发展,抑制了草本层的发展,以至于灌木层和乔木层植物多样性均高于草本层;且灌木层与乔木层具有相关性,即在灌木层内有多种乔木层的幼苗和幼树,这对整个群落更新具有重要意义。

5 结论

经过 50 多年的保护封育,该群落落叶阔叶树林木株数和断面积分别占大样地的 66.3%和 59.3%,

常绿阔叶树林木株数和断面积分别占大样地的 23.8% 和 22.8%，针叶树林木株数和断面积分别占大样地的 6.1% 和 15.5%，从林木株数和断面积比例系数来看，该森林群落属于常绿落叶阔叶混交林；且以落叶树为主，常居于乔木的上层，常绿阔叶树种的数量较少，常居于乔木亚层，具备了北亚热带低山常绿落叶阔叶林群落结构特征。

大样地总体林木直径结构和优势树种林木直径结构呈偏左正态分布，表明该群落具有同龄林林分直径结构特征，林分封育早期更新时间比较短，形成相对同龄混交林；马尾松是皖南地区广泛分布的针叶先锋树种，封育早期先期占领林地获得更新，随着各种阔叶树种的进入并到达林冠层，林分环境发生变化，马尾松因得不到阳光而逐渐被淘汰，林木株数越来越少，只留下少量大径级林木。因此，其林木直径结构呈现无偏正态分布。

该群落类型共有 52 种植物，分属 33 科、43 属，其中：乔木层有 13 科、18 属、20 种植物；灌木（含木质藤本）层有 23 科、32 属、38 种植物；草本层有 8 科、8 属、8 种植物。

乔木层优势树种为麻栎，伴生树种有青冈栎、马尾松、苦槠等，麻栎在群落环境发挥着重要作用，为建群种。落叶阔叶树重要值之和为 149.636，常绿树种重要值之和为 91.581，进一步说明了该群落为常绿落叶阔混交林。灌木层优势植物种为溲疏，亚优势种有青冈栎和山胡椒；草本层优势植物种为半岛鳞毛蕨。

分层物种丰富度和多样性指数灌木层 > 乔木层 > 草本层；均匀度指数灌木层 > 乔木层 > 草本层；生态优势度指数草本层 > 乔木层 > 灌木层。

参考文献:

- [1] 安徽植被协作组. 安徽植被[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1983.
- [2] Sarr D, Puettmann K, Pabst R, et al. Restoration ecology: New perspectives and opportunities for forestry[J]. Journal of Forestry, 2004, 102(5): 20-25.
- [3] Mitchell R J, Hunter M L, Palik B J. Natural disturbance as a guide to silviculture[J]. Forest Ecology and Management, 2002, 155: 315-317.
- [4] Frelich L E, Cornett M W, White M A. Controls and reference conditions in forestry: the role of old-growth and retrospective studies[J]. Journal of Forestry, 2005, 103(7): 339-344.
- [5] Goebel P C, Wyse T C, Corace III R G. Determining reference ecosystem conditions for disturbed landscape within the context of contemporary resource management issues[J]. Journal of Forestry, 2005, 103(7): 351-356.
- [6] 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.
- [7] 江明喜, 黄汉东, 胡理乐. 后河自然保护区常绿落叶阔叶混交林群落学特征研究[J]. 武汉植物学研究, 2002, 20(5): 353-358.
- [8] 吴新民. 常绿落叶阔叶混交林群落定量分析方法比较[J]. 安庆师范学院学报: 自然科学版, 2001, 7(3): 27-31.
- [9] 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(5): 618-623.
- [10] 达良俊, 杨永川, 宋永昌. 浙江天童国家森林公园常绿阔叶林主要组成种的种群结构及更新类型[J]. 植物生态学报, 2004, 28(3): 376-384.
- [11] 叶书有, 何云核, 吴昌富. 休宁县常绿阔叶林的类型及其群落物种多样性分析[J]. 安徽农业大学学报, 2001, 28(2): 182-186.
- [12] 黄庆丰, 高健, 吴泽民, 等. 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.
- [13] 孟宪宇. 测树学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006.
- [14] 徐敏, 骆争荣, 于明坚, 等. 北坡中山常绿阔叶林的物种组成和群落结构[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2007, 33(4): 450-457.
- [15] 关宇, 朱锦懋, 关怀舟. 人为干扰对福建建瓯常绿阔叶林物种多样性的影响[J]. 贵州工业大学学报: 自然科学版, 2007, 36(4): 6-11.
- [16] 王小明, 游水生. 福建武平米楮林恢复生态学研究—VI 不同人为干扰尺度对各层次物种多样性指数、均匀度和优势度的影响[J]. 中南林学院学报, 2002, 22(1): 62-65.
- [17] 黄庆丰, 陈龙勇, 郝焰平. 麻栎混交林空间结构与物种多样性研究[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(9): 1010-1014.
- [18] 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.