

文章编号: 1001-1498(2008)05-0605-06

小陇山锐齿栎天然林的树种多样性和结构特征^{*}

赵中华¹, 惠刚盈^{1**}, 袁士云², 刘文桢²

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091;

2. 甘肃省小陇山林业实验局, 甘肃 天水 741020)

摘要:运用林分结构参数混交度、角尺度、大小比数、直径分布、林层数和物种多样性指标, 对小陇山百花林场王安沟经营区锐齿栎天然林样地的群落结构特征进行了研究。结果表明: 锐齿栎天然林群落的树种组成十分丰富, 树种多样性较高, 群落中具有构成当地森林群落的主要树种, 结构特征为复层异龄林; 在水平结构方面群落中, 林木个体分布的角尺度均值为 0.489, 林分内林木整体分布格局属随机分布; 群落的树种隔离程度较高, 平均混交度为 0.598, 处于强度和极强度混交的林木比例高达 78.6%; 群落中树种以胸径作为比较指标的林木个体的优势排列顺序为: 白桦 > 湖北花楸 > 漆树 > 锐齿栎 > 三桠乌药 > 华山松 > 少脉椴 > 鹅耳枥 > 青榨槭 > 膀胱果; 在垂直结构方面, 群落的平均林层数为 2.3 层, 垂直结构复杂, 分化明显。

关键词: 锐齿栎; 天然林; 树种多样性; 结构特征; 小陇山

中图分类号: S792.18

文献标识码: A

Tree Species Diversity and Structure Characteristics of *Quercus aliena* var. *acuteserrata* Natural Forest on Xiaolongshan

ZHAO Zhong-hua¹, HUI Gang-ying¹, YUAN Shi-yun², LIU Wen-zhen²

(1. Research Institute of Forestry, CAF; Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China;

2. Xiaolongshan Forest Experiment Bureau of Gansu Province, Tianshui 741020, Gansu, China)

Abstract: The paper used spatial structure parameters of the angle index, mingling, neighborhood comparison and diameter distribution, layer number, species diversity indicator to study the community of *Quercus aliena* var. *acuteserrata* natural forest in Baihua Forest Farm on Xiaolongshan. The result showed that the near-virgin forest had a high tree species diversity and its tree species composition was abundant. Besides many common tree species, there are also some rare tree species in the community; its diameter distribution demonstrated the typical uneven-aged forest feature and the pattern of horizontal distribution was random, the angle index value was 0.489; the tree species segregation was higher and the average value of mingling was 0.598. In the community, about 78.6% trees' mingling value was 0.75 or 1; the neighborhood comparison order was *Betula platyphylla* > *Sorbus hupehensis* > *Toxicodendron verniciflum* > *Quercus aliena* var. *acuteserrata* > *Lindera obtusiloba* > *Pinus amandi* > *Tilia paucicostata* > *Carpinus turczaninowii* > *Acer davidii* > *Staphylea holocarpa* taking the dbh as the comparison indicator; in vertical structure the community average layer number was 2.3 and it was obvious differentiated.

Key words: *Quercus aliena* var. *acuteserrata*; natural forest; tree species diversity; structure characteristics; Xiaolongshan

收稿日期: 2007-12-28

基金项目: 天然林经营与恢复技术推广(2008-7)

作者简介: 赵中华(1976—),男,内蒙古巴彦淖尔市人,在读博士,主要从事天然林经营模拟。

* 甘肃小陇山林业实验局、百花林场为野外调查提供了大力地支持,在此一并致谢!

** 通讯作者

天然林是森林生物与环境相互依存和相互作用长期协同进化的产物,是众多生物栖息繁衍的场所,是由丰富多彩的生物和环境组成的动态复合体。分析研究天然林生态系统的结构特征,有助于弄清天然林群落种间种内的关系、演替规律和生态功能的发挥机制,对更好地利用和保护天然林资源,保护生物多样性,充分发挥天然林的生态效益具有重要的意义,能够为我国当前实施的天然林保护工程和生态环境建设提供理论和技术支撑;同时,还能为更好地经营次生林和人工林制定措施,模仿天然林群落,人为促进顺向演替提供理论依据,对实现森林资源的可持续经营具有重要的现实意义。天然林通常可以分为原始林和次生林。次生林相对于原始森林而言,是原始林经过干扰后在次生裸地上形成的森林,它既保持着原始森林的物种成分与生境,又与原始森林在结构组成、林木生长、生产力、林分环境和生态功能等诸多方面有着显著不同^[1]。次生林可以理解为是原始森林生态系统的一种退化^[2]。次生林是我国森林资源的主体,是森林资源的重要基地;因此,次生林的经营问题是林业发展中最重要主题之一^[3]。

小陇山林区地处秦岭山脉西端,是我国西北地区重要的天然林区,在水源涵养、保持水土、维护地区生态平衡、提高环境质量、保护生物多样性以及林业生产等方面发挥着不可替代的作用。在以往对小陇山林区的研究中,主要集中在次生林的群落特征方面,特别是对构成该地区的主要森林群落锐齿栎群落的生物量、群落数量特征、群落结构、种间关系、生物多样性等方面的特征研究较多^[4-7],在国内的文献中有关小陇山林区次生林的结构特征,特别是空间结构研究的报道较少。本研究对小陇山百花林场王安沟经营区内的一块锐齿栎天然林样地进行了调查,该样地选设在山地深处,样地地理位置较偏僻,到达较为困难,在样地周围 2 km 的范围内没有取材道,样地内没有发现人为采伐和人为活动的痕迹,样地内存在大量的枯立(倒)木和大树。通过对该样地的研究分析,以期了解小陇山干扰较轻、保存较好次生林的结构特征,并从优化森林结构的角度,为经营、保护和恢复小陇山林区的次生林及人工林近自然改造提供理论依据。

1 研究区及样地概况

小陇山林区位于甘肃省东南部,地处秦岭西端,我国华中、华北、喜马拉雅、蒙新四大自然植被区系

的交汇处,是暖温带向北亚热带过渡的地带,兼有我国南北气候特点,大多数地域属暖温湿润—中温半湿润大陆性季风气候类型。由于小陇山林区特殊的地理位置,加上特殊的环境条件,生物的地理成分、区系成分复杂多样,是甘肃生物种质资源最丰富的地区之一。小陇山林区海拔 2 200 m 以下主要是以锐齿栎 (*Quercus aliena* var *acuteserrata* Maxim.) 和辽东栎 (*Q. liaotungensis* Koidz.) 为主的天然林;在栎林带内分布华山松 (*Pinus amandi* Franch.)、白桦 (*Betula platyphylla* Suk.)、山杨 (*Populus davidiana* Dode)、漆树 (*Rhus vemiciflora* Stokes)、冬瓜杨 (*Populus purdani* Rehd.)、千金榆 (*Carpinus cordata* Bl.)、甘肃山楂 (*Crataegus kansuensis* Wils.)、刺楸 (*Kalopanax septemlobus* Koidz.) 等乔木树种,灌木有美丽胡枝子 (*Lespedeza thunbergii* Nakai)、光叶绣线菊 (*Spirea japonica* L. f. var *fortunei* Rehd.)、中华绣线菊 (*Spirea chinensis* Maxim.)、胡颓子 (*Elaeagnus pungens* Thunb.)、华北绣线菊 (*Spirea fritschiana* Schneid.)、连翘 (*Forsytia suspense* Vahl)、卫矛 (*Euonymus alatus* Sieb.)、山豆花 (*Lespedeza tentosa* Sieb. ex Maxim.) 等。

研究地位于甘肃小陇山林区百花林场王安沟营林区内。百花林场的地理坐标为 106°15′~106°30′E, 34°16′~34°25′N,境内地势由西北向东南倾斜,山体相对高度不大,坡度一般为 26°~45°;最高海拔为 2 489.2 m,最低海拔为 1 442.0 m;年平均气温 10.9℃,极端最高气温 38.3℃,年均降水量 800 mm,年平均蒸发量 1 420 mm,湿润度 0.36~0.45,相对湿度 69%,无霜期 184.8 d,土壤以山地棕壤和山地褐土为主。

固定样地位于百花林场王安沟经营区 91 林班 14 号小班,小班面积 17 hm²,海拔 1 900 m,坡向东北,平均坡度 37°;样地面积为 3 600 m²,即 60 m × 60 m 的方形样地。样地内存在大量的枯立(倒)木,其中枯立木 35 株,胸径在 20 cm 以上的 11 株,20 cm 以下的 24 株;枯倒木 162 株,20 cm 以上的 93 株,20 cm 以下的 69 株;最大树木年龄(用生长锥钻木心数年轮)为 110 a 以上。

2 研究方法

2.1 野外调查

调查内容包括郁闭度、断面积、坡度、林分平均高、树种、胸径等,对样地内胸径大于 5 cm 的林木进行了每木检尺,并用 TOPCON 全站仪进行了定位。

郁闭度调查采用投影法,在样地中至少调查 5 个点,取其均值;断面积调查采用角规在角规点绕测 360°的方法,角规测点数随机选取 5 个以上,并采用角规点整体改正的方法进行坡度改正;坡度用激光判角器进行测量,坡度测量点至少 5 个,取其均值;树高测量用先进的超声波测树仪,林分平均高选取 35 株以上中等大小林木测量,取其平均值;林层数调查采用点抽样的方法,即从一个随机点开始,每隔一定距离(以调查的参照树的最近 4 株相邻木不重复为原则)设立一个抽样点,在样地中走蛇形线路,调查距抽样点最近 4 株胸径大于 5 cm 树与其最近相邻木构成的空间结构单元的林层数,抽样点数为 50 个。

2.2 内业分析

树种多样性用 Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数计算。

Shannon-Wiener 指数:

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i,$$

式中: p_i 为第 i 个树种在林分树木总株数中所占百分比, S 为林分中树种的数目。

Simpson 多样性指数:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s (p_i)^2,$$

式中: S 为树种数, p_i 为第 i 个树种在林分树木总株数中所占百分比。

本研究运用森林空间结构分析软件 WinkeMass 分析林分的水平结构,主要计算的参数有角尺度、混交度、大小比数。角尺度 (W_i) 用来描述相邻树木围绕参照树 i 的均匀性,大小比数 (U_i) 描述林木大小的分化程度^[8],混交度 (M_i) 用来说明混交林中树种空间隔离程度^[9],在计算群落平均混交度时采用修正的林分平均混交度计算公式^[10]; WinkeMass 在计算 3 个空间结构参数时为避免边缘效应对林分结构的影响,本研究设置了 5 m 缓冲区,核心区面积为 50 m × 50 m。垂直结构特征则用量化的林层数来表达。林层数被定义为由参照树及其最近相邻 4 株树所组成的结构单元按树高可分层次的数目,一般相差 5 m 即可划分为不同的层次^[10],将所有抽样点的结构单元林层数进行统计分析,其平均值即为群落的林层数。

3 结果与分析

3.1 锐齿栎天然林的树种多样性

以样地内的调查数据为基础,统计出样地核心

区内的树种组成的数量特征(表 1)。本群落中,树种组成丰富,树种多样性较高,Shannon-Wiener 指数为 $H = 2.767$, Simpson 多样性指数为 $D = 0.875$ 。样地核心区内共有 37 个树种,胸高断面积较大的前 10 个树种是锐齿栎、白桦、华山松、漆树、三桠乌药、少脉槲、青榨槭、膀胱果、鹅耳枥和湖北花楸;频度较大的前 10 个种是锐齿栎、青榨槭、膀胱果、漆树、泡花树、三桠乌药、少脉槲、湖北花楸、华山松、五角枫等。锐齿栎种群在群落中无论是断面积还是频度都最大,均达到三分之一以上,是该群落中的优势种群;白桦种群断面较大,但其频度却较低,说明其在群落中主要以大径木的形式存在,而数量却很少;漆树、青榨槭在断面积和频度方面均在较前的位置,在该群落中为亚优势种群;此外,该群落中除具有当地的常见种外,还出现了许多小陇山林区的稀有种,如膀胱果,该种在群落中频度较大,但其断面积的比例却较小。

3.2 锐齿栎天然林的直径分布特征

图 1 为各径阶株数分布情况。样地核心区内所有胸径大于 5 cm 的林木株数总计有 318 株。图 1 表明,在王安沟锐齿栎天然林群落中,中、小径阶的林木占多数,胸径小于 12 cm 的林木在林分中占 41.5%,随着直径的增大,林木株数开始急剧减少,当径级增大到 24 cm 时,株数减少幅度开始渐趋平缓,直径分布特征表现为典型的异龄林特征,呈现明显的反“J”型曲线的特征。

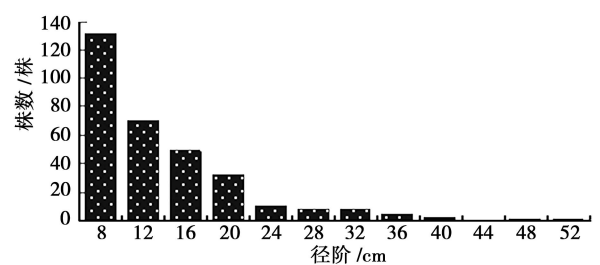


图 1 王安沟锐齿栎天然林林木直径分布

3.3 林分空间结构特征

空间结构特征体现了树木在林地上的分布格局及其属性在空间上的排列方式,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。

3.3.1 林木个体的水平空间分布格局 通过判断和统计由参照树与其相邻木构成的夹角是否大于标准角来描述相邻木围绕参照树的均匀性,不需要精密测距就可获得林木的水平分布格局,即角尺度法。

表 1 样地核心区内的树种组成及数量特征

树种	株数/株	相对显著度/%	相对多度/%	胸径 5~20 cm 株	胸径 20 cm 以上 株
锐齿栎	99	37.66	31.132	78	21
青榨槭	26	3.81	8.176	25	1
膀胱果	20	3.17	6.289	19	1
漆树	18	6.75	5.660	14	4
泡花树	17	1.28	5.346	17	-
三桠乌药	17	4.94	5.346	15	2
少脉槲	15	4.23	4.717	13	2
湖北花楸	9	2.93	2.830	9	-
华山松	9	7.52	2.830	5	4
五角枫	8	1.74	2.516	7	1
多毛樱桃	8	1.50	2.516	8	-
密序吴茱萸	8	2.88	2.516	7	1
甘肃山楂	7	0.88	2.201	7	-
山梅花	7	0.53	2.201	7	-
鹅耳枥	7	2.99	2.201	6	1
白栎	5	9.26	1.572	1	4
白腊	3	0.23	0.943	3	-
青皮槭	3	0.62	0.943	3	-
陕甘花楸	3	0.59	0.943	3	-
水榆花楸	3	0.97	0.943	3	-
秦岭白腊	2	0.17	0.629	2	-
冬瓜杨	2	1.44	0.629	1	1
铁木	2	0.22	0.629	2	-
栎木	2	0.43	0.629	2	-
吴茱萸	2	0.34	0.629	2	-
红栎	2	0.28	0.629	2	-
山杨	2	1.46	0.629	1	1
稠李	2	0.37	0.629	2	-
金花忍冬	2	0.18	0.629	2	-
马氏槭	1	0.05	0.314	1	-
杜梨	1	0.19	0.314	1	-
华中山楂	1	0.08	0.314	1	-
栎叶四数槭	1	0.08	0.314	1	-
灰栒子	1	0.04	0.314	1	-
旌节花	1	0.04	0.314	1	-
柳树	1	0.05	0.314	1	-
兴山榆	1	0.09	0.314	1	-

注:三桠乌药 (*Lindera obtusiloba* Blume)、少脉槲 (*Tilia paucicostata* Maxim.)、青榨槭 (*Acer davidii* Franch.)、膀胱果 (*Staphylea holocarpa* Hemsl.)、鹅耳枥 (*Carpinus turczaninowii*)、湖北花楸 (*Sorbus hupehensis* Schneid.)、泡花树 (*Craibiodendron stellatum* (Pierre) W. W. Sn.)、五角枫 (*Acer mono* Maxim.)、多毛樱桃 (*Cerasus polytricha* (Koehne) Yüet Li)、兴山榆 (*Ulmus bergmanniana* Schneid.)、密序吴茱萸 (*Evodia henryi* Dobe)、陕甘花楸 (*Sorbus koehneana* Schneid.)、杜梨 (*Pyrus betulaeifolia* Bge.)、水榆花楸 (*Sorbus alnifolia* K. KOCH)、青皮槭 (*Acer hersii* Rehd.)、白腊树 (*Faxinus chinensis* Roxb.)、秦岭白腊树 (*Faxinus paxiana* Lingelsh.)、栎叶四数槭 (*Acer tetramenum* Pax var. *betulaefolium* Rehd.)、马氏槭 (*Acer maximoviczii* Pax.)、华中山楂 (*Cartaegus wilsonii* Sarg.)、吴茱萸 (*Evodia daniellii* Hemsl.)、栎木 (*Comus macrophylla* Wall.)、铁木 (*Ostrya japonica* Sarg.)、金花忍冬 (*Lonicera chrysantha* Turcz.)、灰栒子 (*Cotoneaster acutifolius* Turcz.)、旌节花 (*Stachyurus chinensis* Franch.)、稠李 (*Padus racemosa* (Lam.) Gilib.)、柳树 (*Salix matsudana* Koidz.)、红栎 (*Betula albo-sinensis* Burk.)、山梅花 (*Philadelphus incanus* Koehne)。

林分平均角尺度 (\bar{w}) 落在 $[0.475, 0.517]$ 的范围之内,说明林分内林木整体分布格局属随机分布, $\bar{w} > 0.517$ 林分内林木的分布为团状, $\bar{w} < 0.475$ 时为均匀分布^[13]。图 2 表明,王安沟锐齿栎天然林角尺度分布频率左侧明显大于右侧,但其角尺度的均值为 0.489,落在了 $[0.475, 0.517]$ 的范围之内,说明林分内林木整体分布格局属随机分布。分析群落中林木个体的分布特征可知,群落中林木大多数处于随机分布, $w_i = 0.5$ 达到 54.7%,处于很均匀或均匀

分布,即 $w_i = 0$ 或 $w_i = 0.25$ 的比例总计为 26.1%,但其中林木个体处于很均匀分布的比例仅为 2.2%,而处于不均匀或团状分布的比例分别为 14.5% 和 4.7%。由此说明,群落中林木个体总体上处于随机分布的状态,处于很均匀和团状分布这两种极端状况的情况较少。进一步分析群落的优势树种锐齿栎的分布格局可知,锐齿栎的平均角尺为 0.51,属随机分布,这与张家城等^[14]对顶极森林群落优势树种的分布格局动态研究的结论一致。

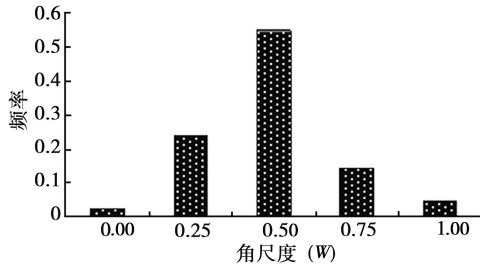


图 2 王安沟锐齿栎天然林角尺度频率分布

3.3.2 树种空间隔离程度 混交度 (M_i) 用来说明混交林中树种空间隔离程度。图 3 表明,王安沟锐齿栎天然林群落混交程度十分高,树种隔离程度较大,群落的平均混交度为 0.598。群落处于极强度混交,即参照树与周围 4 株最近相邻林木不属于同一种的比例接近于一半,高达 49.4%,处于强度混交的比例也接近于 30%,群落中只有 0.6% 的林木个体处于零度混交,也就是说,在群落中只有极个别林木与周围最近 4 株相邻木均为同一树种,同种个体聚集较少,而大多数林木与其它树种相伴而生;优势树种锐齿栎的平均混交度为 0.41,处于中度混交。这是因为在群落发育为锐齿栎天然林状态的过程中,群落内相同树种个体对资源环境利用的一致性,导致种内竞争激烈,发生自疏现象,使最近邻体中同种个体数量减少,而其它树种由于对环境资源的利用要求不同,逐步占据并取代由于同种竞争而被淘汰的林木个体的位置,并最终形成多树种混交的稳定结构;锐齿栎林作为地带性植被,对环境资源的利用范围必然是最大的,群落内锐齿栎个体数量最多及其处于中度混交的状态说明了这一点。因此,多树种混交是群落在发育过程中,种群与环境、种群与种群长期相互作用,协同进化的结果,群落结构越稳定,群落混交度越大。

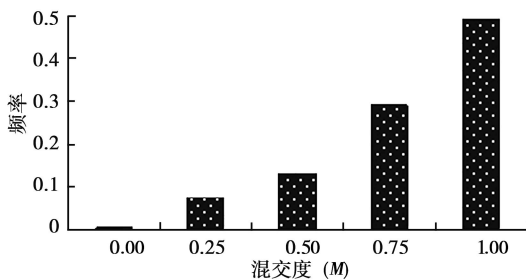


图 3 王安沟锐齿栎天然林混交度频率分布

3.3.3 林木大小分化程度 大小比数 (U_i) 描述林木大小分化 (胸径、树高或树冠等) 程度,数量化了参照树与其相邻木的大小相对关系。 U_i 值越低,说

明比参照树大的相邻木愈少。大小比数明确定义了被分析的参照树在该结构块中所处的生态位,且其生态位的高低以中度级为岭脊,生物意义十分明显^[10]。本研究对群落中断面积较大的前 10 个树种的大小比数进行了分析。由图 4 可知,王安沟锐齿栎天然林群落中以胸径作为比较指标 (大小比数) 的排列顺序为:白桦 > 湖北花楸 > 漆树 > 锐齿栎 > 三桠乌药 > 华山松 > 少脉椴 > 鹅耳枥 > 青榨槭 > 膀胱果,白桦处于优势地位,湖北花楸和漆树处于亚优势状态,而锐齿栎、三桠乌药、华山松、少脉椴和鹅耳枥则处于中庸状态,青榨槭和膀胱果受压,处于劣势。进一步分析各树种大小比数频率分布 (表 2) 可以看出,群落中 80% 的白桦的大小比数为 0,即周围的其它个体都较白桦小,群落中没有处于中庸、劣势和绝对劣势的白桦,这可能是由于白桦是这个群落中的先锋种,经过长期的自然演替,群落中只留下一些径级较大的个体,而没有自然更新,白桦即将退出群落,样地中有大量的白桦枯立 (倒) 木也说明了这一问题;锐齿栎、三桠乌药、少脉椴、华山松及鹅耳枥等平均大小比数处于中庸状态的树种,在中庸状态两端的分布基本相同,说明群落中这些树种各个径级均有分布,自然更新良好,这也是原始群落的一个重要特征;膀胱果与青榨槭则大多数处于中庸状态、劣势及绝对劣势的地位,可能是由于这两个树种进入群落的时间较晚,种群尚处于生长、发育阶段。

表 2 群落中断面积较大的前 10 个树种的大小比数频率分布

树种	大小比数				
	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00
锐齿栎	0.232	0.253	0.273	0.152	0.091
白桦	0.800	0.200	0.000	0.000	0.000
青榨槭	0.154	0.077	0.269	0.192	0.308
华山松	0.333	0.222	0.000	0.111	0.333
湖北花楸	0.333	0.222	0.333	0.000	0.111
少脉椴	0.200	0.133	0.200	0.400	0.067
漆树	0.389	0.167	0.278	0.056	0.111
三桠乌药	0.118	0.412	0.176	0.118	0.176
膀胱果	0.000	0.150	0.400	0.250	0.200
鹅耳枥	0.143	0.286	0.143	0.286	0.143

3.3.4 林分垂直结构特征 可以通过成层性来描述林分的垂直结构,而成层性可用乔木层林层比和林层数来量化^[10],本研究选取林层数对锐齿栎天然林的垂直结构进行分析。图 5 展示了在群落中进行抽样调查的 50 个点共 200 棵参照树与相邻木构成的结构单元的林层数频率分布。从图 5 可以看出,

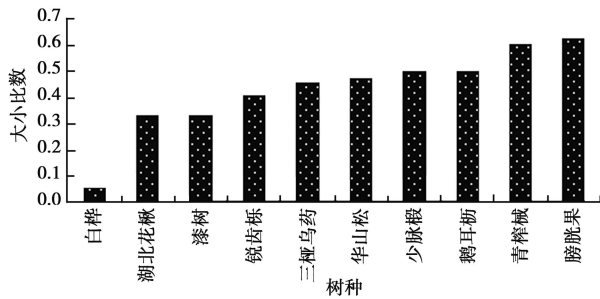


图 4 群落中断面积较大的前 10 个树种的平均大小比数

锐齿栎天然林群落乔木层垂直结构分化明显,平均林层数为 2.3 层,群落中绝大多数林木个体处于 2 层或 3 层的复层结构单元中,其中,处于 2 层结构中的林木个体占 61.0%,处于 3 层结构中的占 33.5%,只有 5.5% 个体处于单层的结构单元中。分析群落中林木个体的树高,把林木以相差 5 m 划分 1 个层次,可将群落乔木层划分为 3 个亚层,第 1 亚层树高一般在 18 m 以上,第 2 亚层为 13 ~ 18 m,第 3 亚层在 13 m 以下。从王安沟锐齿栎天然林群落的林层结构特征可以看出,群落经过长期的进展演替,不同种群个体在群落中占据了相对稳定的位置,不同种群之间,种群与环境之间协调发展,最终形成稳定的森林生态系统。

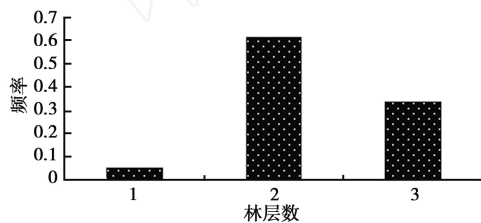


图 5 群落林层数频率分布

4 结论与讨论

王安沟锐齿栎天然林群落的树种组成十分丰富,树种多样性较高。群落中具有构成当地森林群落的主要树种,其结构特征为复层异龄林,中、小径木占多数,随径阶增大株数减少,呈现明显的反“J”型曲线的特征,林内有较多倒木与枯立木,自然更新良好,在水平结构方面群落中林木个体分布的角尺度均值为 0.489,林木的整体分布格局属随机分布,具明显的原始林特征。群落的树种隔离程度较高,平均混交度高达 0.598,群落中处于强度与极强度

混交的林木比例高达 78.6%;群落中树种以胸径作为比较指标的大小比数排列顺序为:白桦 >湖北花楸 >漆树 >锐齿栎 >三桠乌药 >华山松 >少脉槲 >鹅耳枥 >青榨槭 >膀胱果;在垂直结构方面,群落的平均林层数为 2.3 层,垂直结构复杂,分化明显。

本研究仅对小陇山王安沟的锐齿栎天然林的结构特征进行了研究,其应用意义在于可以从优化结构的角度参照原始林的结构特征配置小陇山林区的次生林群落、人工森林群落或制定相应的经营措施,人为促进演替,最终将次生林或人工群落改造为与顶极群落相似的结构特征,全面提升森林群落的生态功能,为近自然化改造节省大量的人力、物力和财力。

参考文献:

- [1] 朱教君. 次生林经营基础研究进展 [J]. 应用生态学报, 2002, 13 (12): 1689 - 1694
- [2] Grau H R, Arturi M F, Brown A D, et al. Floristic and structural patterns along a chronosequence of secondary forest succession in Argentinean subtropical montane forests [J]. For Ecol Manag, 1997, 95: 161 - 171
- [3] 黄世能, 王伯荪. 热带次生林群落动态研究: 回顾与展望 [J]. 世界林业研究, 2000, 13 (6): 7 - 13
- [4] 索安宁, 巨天珍, 张俊华, 等. 甘肃小陇山锐齿栎群落生物量动态研究 [J]. 生态学杂志, 2005, 24 (4): 377 - 381
- [5] 巨天珍. 天水小陇山锐齿栎群落种间关系定量分析 [J]. 西北植物学报, 1995, 15 (3): 250 - 253
- [6] 索安宁, 巨天珍, 张俊华, 等. 甘肃小陇山锐齿栎群落生物多样性特征分析 [J]. 西北植物学报, 2004, 24 (10): 1877 - 1881
- [7] 王勤花, 巨天珍, 常成虎, 等. 甘肃小陇山锐齿栎种群结构分析 [J]. 广西植物, 2006, 21 (1): 38 - 42
- [8] 惠刚盈, 克劳斯·冯佳多. 森林空间结构量化分析方法 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2003
- [9] Gadow K, F üdner K. Zur Methodik der Bestandesbeschreibung [C]. Klien: Vortrag anlaesslich der Jahrestagung der A G Forstwirtschaft b Dessau, 1992
- [10] 惠刚盈, 克劳斯·冯佳多, 胡艳波, 等. 结构化森林经营 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2007
- [11] 于政中. 森林经理学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1993
- [12] 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): 177 - 181
- [13] Hui G Y, v Gadow K. Das WinkeImass-Theoretische Überlegungen zum optimalen Standardwinkel [J]. Allgemeine Forst u Jagdzeitung, 2002, 173 (9): 173 - 177
- [14] 张家城, 陈力, 郭泉水, 等. 演替顶极阶段森林群落优势树种分布的变动趋势研究 [J]. 植物生态学报, 1999, 23 (3): 256 - 268