

宝天曼杂木林样地的物种组成及空间分布格局

王亚平, 韦博良, 殷卫抗, 陈 云, 王 进, 叶永忠*

(河南农业大学 生命科学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 为研究宝天曼森林生物多样性及物种分布规律, 取 1 hm² 宝天曼杂木林作为试验样地。对样地的木本植物物种组成、区系特征、径级结构和空间分布格局等进行了分析, 结果表明: 样地内胸径 ≥ 1 cm 的木本植物共有 31 科 57 属 95 种, 计 2 323 株; 属的温带区系成分占总种数的 81.05%, 热带区系成分占 17.89%; 木本植物整体径级结构呈明显的倒“J”型, 4 种优势植物中绝对优势种锐齿槲栎呈“双峰”型, 说明群落总体结构稳定、更新良好; 锐齿槲栎整体上聚集分布不明显, 水榆花楸聚集分布明显, 三桠乌药和青楷槭呈一定程度的聚集分布。宝天曼杂木林样地的物种组成较为丰富、群落比较成熟, 符合南暖温带—北亚热带过渡地带的植被特征。

关键词: 宝天曼; 杂木林; 物种组成; 群落结构; 空间分布

中图分类号: S718.3 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2014)04-0094-07

Species Composition and Spatial Distribution in Baotianman National Nature Reserve Shaw

WANG Ya-ping, WEI Bo-liang, YIN Wei-kang, CHEN Yun, WANG Jin, YE Yong-zhong*

(College of Life Sciences, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: To study the biodiversity and species distribution of woody plants in Baotianman national nature reserve, the species composition, flora characteristics, diameter level structure and spatial distribution pattern were analyzed in one ha Baotianman shaw. The results showed that there were 2 323 woody plants with diameter at breast height ≥ 1 cm, belonging to 95 species, 57 genera and 31 families; the study of flora revealed the vegetation characteristics of transitional zone between warm temperate zone and north subtropical zone with more temperate elements (81.05% in total) and less tropical ones (17.89% in total); the size distribution of all trees followed a reverse “J” shape, while *Quercus aliena* as the absolute advantage dominant plant of the four advantage dominant plants showed bimodal type, which indicated that the community structure was stable and naturally regenerated well; the spatial distribution pattern was remarkably aggregated in *Sorbus alniifolia*, was aggregated to some degree in *Lindera obtusiloba* and *Acer tegmentosum*, and was not aggregated in *Quercus aliena*. The species composition of Baotianman national nature reserve shaw was abundant, and the community was mature, which was coincident with the vegetation characteristics of transitional zone between warm temperate zone and north subtropical zone.

Key words: Baotianman; shaw; species composition; community structure; spatial distribution

宝天曼自然保护区位于伏牛山南坡, 衔接秦岭与淮河, 地处南暖温带—北亚热带过渡区, 植被属暖温带落叶阔叶林向亚热带常绿阔叶林的

过渡型^[1]。宝天曼自然保护区是我国同纬度天然阔叶林保存最为完好的地区和河南省生物多样性的分布中心^[2], 其群落结构和区系组成方面

收稿日期: 2013-10-09

基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2008BAC39802)

作者简介: 王亚平 (1990-), 女, 河南许昌人, 在读硕士研究生, 研究方向: 植物资源学与能源植物。

E-mail: xiaohuihui410@163.com

* 通讯作者: 叶永忠 (1957-), 男, 湖北黄冈人, 教授, 博士生导师, 主要从事植物学与生态学研究。E-mail: yeyzh@163.com

都具有多样性。特殊的地理环境促使南北植物区系的交汇和融合,丰富的植物资源引起了林学和生态学工作者的广泛关注。参照巴拿马巴洛科罗拉多岛(Barro Colorado Island,BCI)50 hm² 热带雨林样地的技术规范,在河南宝天曼自然保护区建立了5个不同植被类型的1 hm² 卫星监测样地,以便于和25 hm² 样地一起做深入研究^[3]。宝天曼杂木林样地是5个卫星监测样地之一,地形为典型的山涧沟谷,对其物种组成与优势种的空间分布格局进行研究可以为宝天曼25 hm² 样地的进一步研究提供更多参考数据及理论指导。依据此调查结果就样地的物种组成、区系特征、径级结构和空间分布格局等进行了分析和总结,以期对认识宝天曼次生杂木林的群落组成和结构,探讨宝天曼南暖温带—北亚热带的更新和演替规律提供最基础的数据。

1 材料和方法

1.1 研究区域概况

1.1.1 宝天曼 宝天曼自然保护区(33°35′43″~33°20′12″N,111°46′55″~112°03′32″E)位于河南省西南部内乡县境内,伏牛山南坡,西连秦岭,东接淮河。山体大致呈东南西北走向,近似正方形,南北长24.3 km,东西宽25.9 km,总面积23 198 hm²。宝天曼最高峰海拔1 830 m。总辐射量平均为455.34 kJ/cm²,年均气温15.1℃,1月平均气温1.5℃,7月平均气温27.8℃。海拔800 m以上地带,≥0℃的年活动积温小于4 500℃;海拔500~800 m地带,≥0℃的年活动积温为4 500~5 000℃;海拔500 m以下地带,≥0℃的年活动积温在5 000℃以上。1 a中高山区无霜期160 d,低山区无霜期227 d。年均降水量885.6 mm,蒸发量991.6 mm,相对湿度68%。土壤垂直分布十分明显,海拔1 300 m以上为山地棕壤,

海拔800~1 300 m为山地黄棕壤,海拔600~800 m为山地褐土^[4]。植被以暖温带落叶阔叶林为主,兼有北亚热带常绿落叶阔叶混交林的特点^[5]。

1.1.2 卫星监测样地 杂木林样地处于一条凹谷之内,地形起伏多变,样地内有多种树木杂居混生,优势种依地势地形不同而多样。中心海拔1 442 m,最高海拔1 455 m,最低海拔1 418 m,最大高差37 m。

1.2 研究方法

1.2.1 样地设置及调查方法 利用全站仪将卫星监测样地划分为25个20 m×20 m的连续样方,记录样地内胸径(DBH)≥1 cm的全部木本植物(含死亡树木),并测量其胸径和坐标,定位并挂牌,以便于长期对照监测。同时调查样方内所有木本植物的种名、树高、冠幅、盖度、分枝、生长发育情况等。

1.2.2 数据处理方法 采用重要值分析方法:重要值=1/3(相对密度+相对胸高断面积+相对频度)^[6]。其中,相对密度=样地内某种群的个体总数/样地面积;相对胸高断面积=样地内某种群的总胸高断面积/样地内所有种的总胸高断面积;相对频度=样地内某种群的频度/样地内所有种的频度和。而频度以在20 m×20 m小样方中出现某物种的个数计算。种—面积曲线采用组合样方法绘制^[7],分别用对数模型和幂函数模型拟合^[8]。数据及物种的空间格局分别通过Excel、R 2.15.2软件处理得到。

2 结果与分析

2.1 物种分析

2.1.1 物种组成 通过详细的调查与记录,得到宝天曼杂木林样地重要值>1的优势物种数据(表1),样地内胸径≥1 cm的木本植物个体数为2 323株(基于独立个体数的统计数据)。共计95种(包括6个变种),分属于31科57属。其中,有30种的多度>10株,23种的频度>10次,20种的重要值>1。

表1 宝天曼杂木林样地重要值>1的优势物种

物种名	多度/株	平均胸径/m	总胸高断面积/m ²	频度/次	优势度	重要值
锐齿槲栎(变种) <i>Quercus aliena</i> var. <i>acuteserrata</i>	402	0.27	299.19	25	82.29	34.65
水榆花楸 <i>Sorbus alni</i> folia	369	0.04	11.87	25	3.27	7.84
三桠乌药 <i>Lindera obtusiloba</i>	235	0.04	5.77	25	1.59	5.35
青楷槭 <i>Acer tegmentosum</i>	234	0.06	8.98	24	2.47	5.57
老鸱铃 <i>Styrax hemsleyanus</i>	104	0.06	5.00	24	1.37	3.34
白檀 <i>Symplocos paniculata</i>	66	0.03	0.37	22	0.10	2.26
秦岭木姜子 <i>Litsea tsinlingensis</i>	65	0.03	0.43	22	0.12	2.25
色木槭 <i>Acer mono</i>	59	0.02	6.99	12	1.92	2.18
连翘 <i>Forsythia suspensa</i>	59	0.07	0.20	8	0.06	1.33

续表 1 宝天曼杂木林样地重要值 >1 的优势物种

物种名	多度/株	平均胸径/m	总胸高断面面积/m ²	频度/次	优势度	重要值
山梅花 <i>Philadelphus incanus</i>	56	0.02	0.13	22	0.04	2.09
崖樱桃 <i>Cerasus scopulorum</i>	55	0.04	1.40	20	0.38	2.08
柞叶荚蒾 <i>Viburnum betulifolium</i>	53	0.02	0.10	17	0.03	1.76
卫矛 <i>Euonymus alatus</i>	49	0.02	0.15	22	0.04	1.99
暖木 <i>Meliosma veitchiorum</i>	37	0.05	1.62	14	0.44	1.49
华东椴 <i>Tilia japonica</i>	37	0.05	1.46	12	0.40	1.36
千金榆 <i>Carpinus cordata</i>	31	0.08	4.07	14	1.12	1.63
川陕鹅耳枥 <i>Carpinus fargesiana</i>	29	0.04	0.69	10	0.19	1.06
华山马鞍树 <i>Maackia hwasanensis</i>	24	0.03	0.25	12	0.07	1.06
日本四照花 <i>Dendrobenthamia japonica</i> var. <i>japonica</i>	23	0.04	0.41	16	0.11	1.30
北京花楸 <i>Sorbus discolor</i>	16	0.04	0.36	13	0.10	1.02

样地植株个体数最多的科是蔷薇科(Rosaceae),共包括 20 个种,其次为桦木科(Betulaceae)、槭树科(Aceraceae)、榆科(Ulmaceae)、忍冬科(Caprifoliaceae)、山茱萸科(Cornaceae)和豆科(Juglandaceae);物种多度 >100 株的物种依次为锐齿槲栎、水榆花楸、三桠乌药、青楷槭、老鸱铃,占有物种总个体数的 57.86%;从物种多度的累计(图 1)可以看出,前 25 个物种的个体数占总个体数的 86.41%,前 70 个物种的个体数占总个体数的 94.61%。按照 Hubbell 和 Foster(1986)对单位面积稀有种和偶见种的定义^[9],样地内有稀有种 40 个、偶见种 26 个,分别占总物种数的 42.10%和 27.37%。相比于宝天曼其他样地^[11]内的稀有种和偶见种,宝天曼杂木林内的稀有种和偶见种所占的比例明显较大,这充分体现了杂木林物种混杂的典型特征。实地勘测发现,杂木林具有独特的很多深浅不一的沟谷,有利于植物种子的围积和萌发、幼苗的发育,因此该样地内木本植物的物种较多,林木多样性较高。同时,由于样地处在南暖温带—北亚热带过渡地带,四季分明、年温差较大,土壤温度、成分等也存在很大差异,这些环境因素适宜不同的植物种在杂木林里生长^[10],因此杂木林里有很多稀有种、偶见种。

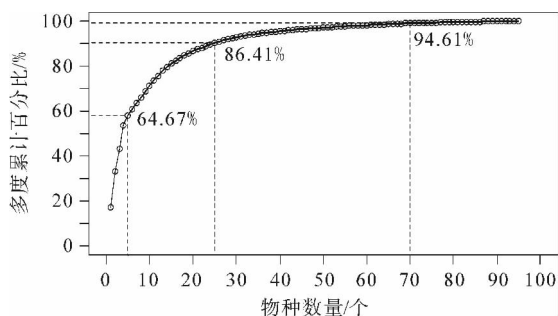


图 1 物种多度累计

2.1.2 物种重要值 基于物种的相对频度、相对优势度和相对多度^[6],计算了各个物种的重要值(表 1)。结果表明:重要值大于 1 的物种共 20 个,且主要由乔木树种组成;重要值大于 5 的物种只有 4 个,从大到小依次为锐齿槲栎、水榆花楸、青楷槭、三桠乌药,锐齿槲栎重要值最大,为 34.65,是该林型的优势种,其余 3 种的优势度也比较明显;重要值大于 2 并小于 5 的 6 个物种在小区域内相对优势度较明显,分别为老鸱铃、白檀、秦岭木姜子、色木槭、山梅花、崖樱桃。连翘在整个样方内虽然有 59 棵,但平均胸径小、频度低,因此重要值较小,在群体中优势不明显。这些物种基本上按照多度分布排列顺序,说明在一定尺度上,物种的多度、平均胸径、胸高断面面积、频度、重要值具有一定的相关性。

从胸高断面面积分析(表 1),样地内 DBH ≥ 1 cm 个体的总胸高断面面积为 363.56 m²。其中,胸高断面面积大于 1 m² 的有 12 种,依次为锐齿槲栎、水榆花楸、青楷槭、色木槭、三桠乌药、老鸱铃、山核桃、千金榆、暖木、华东椴、崖樱桃和灯台树。其中锐齿槲栎、水榆花楸和青楷槭 3 个树种的胸高断面面积之和占总胸高断面面积的 88.03%,而个体数 ≥ 50 株的白檀、秦岭木姜子、连翘、山梅花、柞叶荚蒾,5 种胸高断面面积之和仅为 1.23 m²,由此也不难看出锐齿槲栎、水榆花楸、青楷槭作建群种的优势^[10]。

2.1.3 种—面积曲线 从种—面积曲线(图 2)可以看出,当小样方的面积为 400 m² 时,出现了 24 个物种,占总物种数的 25.26%;当面积增加到 1 200 m² 时,出现了 45 个物种,约占总物种数的 50.00%。接下来,物种数量基本上按照每增加 800 m² 增长 5 个种的幅度持续增加,直到样方面积增长到 10 000 m² 时,物种数增加到 95 个。由此说明杂木林物种个体数与取样面积呈线性关系。随着取样面积的不断增

大,物种增加的幅度并没有明显减小,按趋势来看取样面积远未达到最小面积。这表明宝天曼自然保护区部分地区及周边森林群落的物种组成比较复杂,多样性比较丰富。

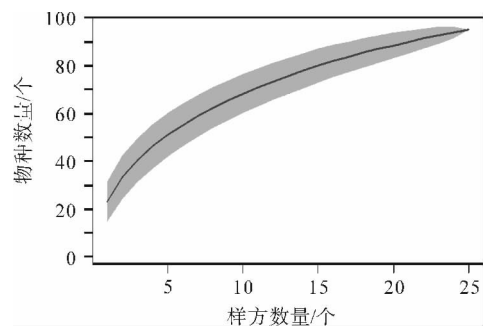


图 2 样地种—面积累积曲线

2.2 区系特征

根据吴征镒属级类型的区系分类标准^[11-13],对组成样地群落的种子植物区系地理成分进行分析和统计(表 2),样地内的木本植物共包括 10 个分布型和 4 个亚型。其中温带区系的种共 77 个,占总种数的 81.05%,重要值为 80.18。以北温带分布及其变型所占比重最大,共 55 个种,占总物种数的 57.89%,重要值为 70.71。主要是北温带分布的锐齿槲栎、水榆花楸、青楷槭、色木槭等,其余是一些可以在温带分布的植物,如世界分布的甘青鼠李。

表 2 样地植物地理成分统计

分布类型	物种数/个	重要值
世界分布	1	0.07
泛热带分布	8	9.22
热带亚洲和热带美洲间断分布	4	4.70
旧世界热带分布	2	0.30
热带亚洲至热带大洋洲分布	1	0.09
热带亚洲(印度—马来西亚)分布	2	5.44
北温带分布	51	70.07
北温带和南温带(全温带)间断分布	3	0.57
东亚和北美洲间断分布	11	3.85
东亚和墨西哥间断分布	2	0.15
地中海区、西亚或中亚和东亚间断分布	1	1.33
温带亚洲分布	1	0.07
东亚分布	6	3.70
中国—日本分布	2	0.44

热带区系的种有 17 个,占总种数的 17.89%,重要值 19.75。主要是泛热带分布的三桠乌药、老鸱铃、白檀、秦岭木姜子、卫矛等。

从上述分析可见,属的分布类型是以温带性质的属最多,这与宝天曼自然保护区的南暖温带—北亚热带的地带性以及以锐齿槲栎为优势种的群落植物区系特征相吻合^[14]。

2.3 径级结构

研究杂木林木本植物的胸径可以发现:样地内所有木本植物个体的平均胸径为 8.36 cm。胸径最大的物种是锐齿槲栎,大小为 78.55 cm。平均胸径最大的物种也是锐齿槲栎,为 27.05 cm,并且它的个体数最多,为 402 株。化香、山核桃、盐肤木等的平均胸径也较大(≥ 19 cm),但个体数不多,其中山核桃只有 11 株,化香、盐肤木均是单株。水榆花楸、三桠乌药、青楷槭、老鸱铃的平均胸径分别为 4.39 cm、4.47 cm、5.62 cm、6.30 cm,均远小于锐齿槲栎的平均胸径,说明锐齿槲栎具有作为建群种的绝对优势。

不同径级的个体数和物种数存在极大的差异(图 3)。杂木林内所有木本植物个体的径级分布呈明显的倒“J”形,胸径小于 2 cm 的个体占总个体数的 28.37%,胸径小于 4 cm 的个体占总个体数的 53.85%。胸径小于 10 cm 的个体数为 2 318,占到总个体数的 99.78%,分属于 90 个物种,然而这些个体的总胸高断面积为 2.39 m²,仅占总胸高断面积的 6.56%;胸径 ≥ 10 cm 的木本植物总个体数为 516,只占总个体数的 22.21%,但这些个体的总胸高断面积为 33.97 m²,占总胸高断面积的 93.43%;胸径 ≥ 30 cm 的个体分属于 14 个物种,总个体数为 319,占总个体数的 13.73%,但其总胸高断面积为 31.43 m²,占到总胸高断面积的 86.46%。显然,从径级结构也可以看出,宝天曼杂木林的优势种为胸高断面积大而数量少的植物种,这些植物种对于群落的组成和更新起着关键性的作用^[15]。

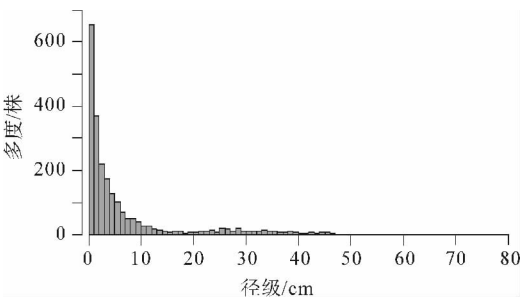


图 3 杂木林所有木本植物的径级结构

进一步对重要值大于 5 的 4 个物种的径级结构(图 4)分析可以发现:重要值最大的锐齿槲栎的径级结构近似于双峰型,个体主要集中在中径级、小径级,大径级的个体相对较少。对于锐齿槲栎来说,胸径大

于 50 cm 的个体数为 20, 仅占锐齿槲栎植株总个数的 5.01%; 胸径在 20~50 cm 的植株个体数为 261, 占总个体数的 64.93%; 胸径在 10~20 cm 的植株个体也仅有 46 株, 占总个体数的 11.44%; 而胸径在 1~10 cm 的个体数为 75, 占总个体数的 19.62%。

水榆花楸的径级结构图呈明显倒“J”型, 胸径小于 7 cm 的植株个体有 323 株, 占其总个体数的 87.53%, 而胸径大于 10 cm 的植株个体仅有 23 株, 占其总个体数的 6.23%。与水榆花楸类似, 三桠乌药的径级结构也呈倒“J”型, 其中胸径小于 10 cm 的植株个体有 221 株, 占其总个体数的 94.04%, 而胸径大于 10 cm 的植株个体仅有 14 株, 占其总个体数的 5.95%。水榆花楸和三桠乌药均是灌木, 并有其自身的胸径特征, 即大部分胸径小于 10 cm, 且胸径

在 1 cm 左右的茎干居多。同时, 径级大于 10 cm 时这 2 种植物的植株均出现断层, 实际调查中也发现它们的成熟个体因某种原因而死亡, 具体原因有待进一步研究。

青楷槭的胸径(图 4)在 1~2 cm 的植株个数为 54, 占总个体数的 23.08%; 2~5 cm 的为 80, 占 34.19%; 5~10 cm 的为 56, 占 23.93%; 10~15 cm 的为 36, 占 15.38%; 大于 15 cm 的仅 8 株, 占 3.42%。与水榆花楸和三桠乌药相比, 青楷槭大径级胸径有明显加大的趋势, 而小径级有减小的趋势。说明青楷槭虽然是小乔木, 但林下更新有条理^[16]。

综上所述, 杂木林小径级植物的个体数较多, 这种情况表明: 宝天曼杂木林属于青年林, 更新良好, 有很好的发展态势^[17]。

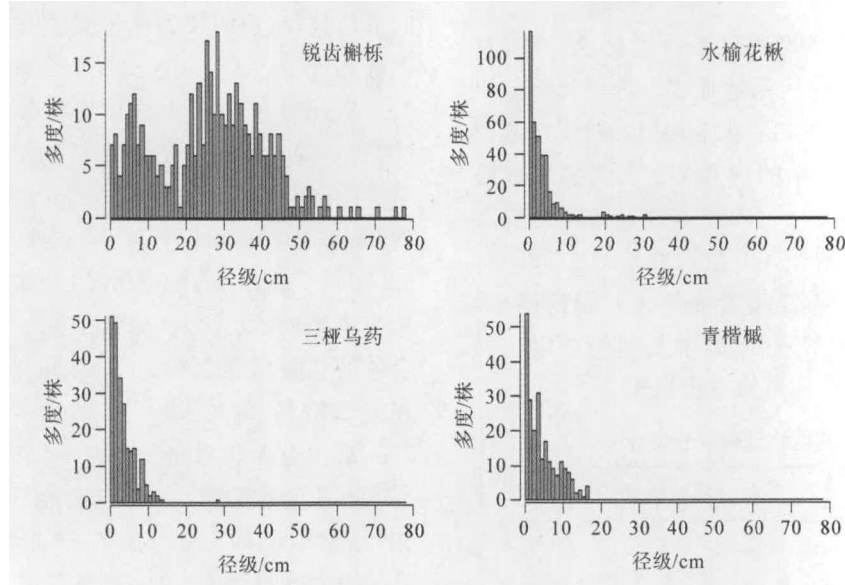


图 4 4 种主要物种的径级结构

2.4 空间分布格局

用 R 软件的 Plot 分析得到宝天曼杂木林全部监测的木本植物分布点格局(图 5), 结果表明, 杂木林的木本植物整体上呈均匀分布。

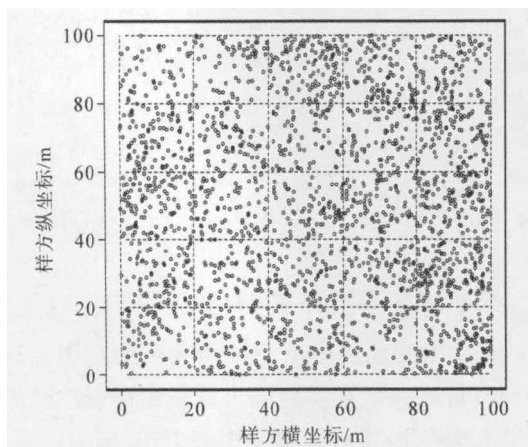


图 5 杂木林全部监测的木本植物分布点格局

进一步绘制重要值大于 5 的 4 个主要物种的空间分布格局(图 6)可以发现: 锐齿槲栎在整个样地内都有一定数量的分布, 聚集分布的趋势并不明显, 但其植株在杂木林的东部地区也即是低海拔沟洼地区分布较多; 水榆花楸则在样地内表现为明显的聚集分布, 主要集中在杂木林的东部, 其中东南部的聚集程度最为明显; 三桠乌药和青楷槭均表现出一定程度的聚集分布。

比较三桠乌药与青楷槭: 三桠乌药植株在海拔最低的东北部有非常多的分布, 聚集程度非常明显; 而青楷槭在海拔较高的西南部有较多的分布, 在低海拔的东部地区反而较少, 且聚集程度不及三桠乌药。由此表明, 三桠乌药与青楷槭的分布有明显的逆反趋势, 导致这种现象出现的原因可能为: 两者为竞争树种, 或者两者有空间环境与土壤条件的不同需求^[2]。

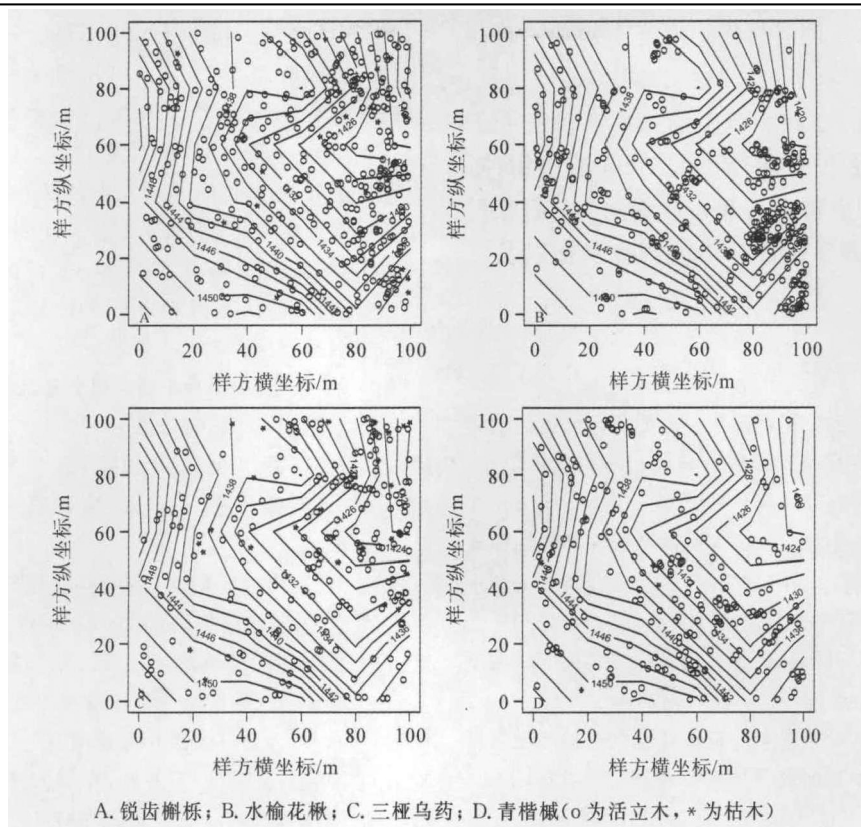


图6 4个主要物种空间分布格局

枯木的分布与活立木的分布极为相似,锐齿槲栎枯木同样随机分布在整個样地内,且高海拔分布少而低海拔分布多;水榆花楸只有1株枯木,且位于东部低海拔沟洼地内。三桠乌药的枯木同样分布于其活立木分布较多的低海拔地区,且随海拔降低枯木个体数量增加。青楷槭枯木的分布也在其活立木分布较多的高海拔地区,并且与三桠乌药枯木的分布地区表现出逆反现象。

虽然不同树种随着海拔、地形的不同有着不同的分布格局,但是综合分析发现:样地内所有树种的分布非常随机,稠密程度也趋于相同。宝天曼样地的南暖温带—北亚热带过渡带的气候特征为很多物种的生存提供了适宜的环境条件,有利于不同植物种的生长^[5]。

3 结论与讨论

本研究初步探明了宝天曼杂木林样地的物种组成、区系特征、径级结构以及物种的空间分布格局。杂木林内共有树木95种(包含6个变种),分属于31科57属。区系成分表现为明显的南暖温带—北亚热带过渡带的典型特征。杂木林群落中锐齿槲栎、水榆花楸、三桠乌药、青楷槭具有明显的优势,其中锐齿槲栎的优势最为明显,其余3种的优势度较为明显。另外还有6个物种的植株个体很少但在小区域内的相对优势度较明显。一般

森林植物群落都有1个优势种,且不同的地理环境、不同的层具有不同的优势种。研究表明,锐齿槲栎在整个杂木林里的优势最为明显,极有可能成为杂木林的优势种。

木本植物的径级结构总体上呈明显的倒“J”型,不同物种的径级结构又有所不同,其中,优势度极为明显的锐齿槲栎的径级结构表现为“双峰”型,即胸径在5~10 cm的植株数多于胸径在0~5 cm的小径级植株数和胸径在10~20 cm的中径级植株数,而10~20 cm的中径级植株数和胸径大于40 cm的大径级植株数均少于20~40 cm的植株数,锐齿槲栎这种径级结构的出现可能是种子传播限制、环境异质性以及二者共同作用的结果^[2]。其余种大部分表现为明显的倒“J”型,表明杂木林里其他植物种的种群为增长型,有利于种群的发展。

不同的物种空间分布格局具有非常大的区别,锐齿槲栎整体上呈随机分布,小尺度上倾向于较低洼地区。水榆花楸在整体上呈现明显的聚集分布,主要集中在杂木林的东南部。三桠乌药和青楷槭在空间分布上表现出明显的逆反现象。

宝天曼杂木林这一处于南暖温带—北亚热带过渡带的样地,其物种组成、区系特征、径级结构、物种的空间分布等研究对于探索地区性物种的现状与预测其可能的发展趋势有着非常重要的作用,特别是对中国森林监测网络及全球生物多样性的研究,具

有较大的参考价值。同时对揭示群落中物种的共存机制、演替规律也具有不可或缺的作用。

对于此类研究,还有相当多的因素有待进一步研究,比如灌木中有很多胸径小于 1 cm 的植物种。木本植物局部分布的特征及其与环境关系的研究目前还是一个空缺,需要做进一步的调查采样以及进行相关的研究。

参考文献:

- [1] 尚富德,王磐基,冯广平,等. 伏牛山南北自然过渡地带植物多样性的特征及其成因分析[J]. 河南大学学报:自然科学版,1998,28(1):54-60.
- [2] 袁志良,王婷,朱学灵,等. 宝天曼落叶阔叶林样地栓皮栎种群空间格局[J]. 生物多样性,2011,19(2):224-231.
- [3] 马克平. 大型固定样地:森林生物多样性定位研究的平台[J]. 植物生态学报,2008,32(2):237.
- [4] 梅世秀,袁志良,叶永忠,等. 宝天曼自然保护区锐齿栎种群空间分布格局研究[J]. 河南农业大学学报,2011,45(2):220-224.
- [5] 王正用,史作民,刘世荣. 河南宝天曼种子植物区系特征[J]. 西北植物学报,1996,16(3):329-335.
- [6] 方精云,王襄平,沈泽昊,等. 植物群落清查的主要内容、方法和技术规范[J]. 生物多样性,2009,17(6):533-548.
- [7] 唐志尧,乔秀娟,方精云,等. 生物群落的种-面积关系[J]. 生物多样性,2009,17(6):549-559.
- [8] Condit R, Hubbell S P, Foster R B. Mortality and growth of a commercial hardwood 'el cativo', *Prioria copaifera*, in Panama[J]. Forest Ecology and Management, 1993, 62(1-4):107-122.
- [9] 陈效述,韩建伟. 我国东部温带植物群落的季相及其时空变化特征[J]. 植物生态学报,2008,32(2):336-346.
- [10] 刘保国,孔高杰,王从彦,等. 河南野生常绿阔叶木本植物的区系研究[J]. 河南农业大学学报,2011,45(2):226-235.
- [11] 吴征镒. 中国种子植物属分布区类型[J]. 云南植物研究,1991(增刊IV):1-139.
- [12] 吴征镒,周浙昆,李德铎,等. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. 云南植物研究,2003,25(3):245-257.
- [13] 吴征镒.《世界种子植物科的分布区类型系统》的修订[J]. 云南植物研究,2003,25(5):535-538.
- [14] 张云霞,李晓兵,张云飞. 基于数码相机、ASTER 和 MODIS 影像综合测量植被盖度[J]. 植物生态学报,2007,31(5):842-849.
- [15] 胡楠,张恒月,丁圣彦,等. 宝天曼自然保护区锐齿栎林更新潜力研究[J]. 南阳理工学院学报,2009,1(3):78-80,113.
- [16] 郝占庆,李步杭,张健,等. 长白山阔叶红松林样地(CBS):群落组成与结构[J]. 植物生态学报,2008,32(2):238-250.
- [17] 郝占庆,张健,李步杭,等. 长白山次生杨桦林样地:物种组成与群落结构[J]. 植物生态学报,2008,32(2):251-261.