

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3142.2013.01.009

金雅琴, 黄雪芳, 孙晓龙, 等. 南京方山国家地质公园朴树群落特征[J]. 广西植物, 2013, 33(1): 58-63

Jin YQ, Cao XF, Sun XL, et al. Community character of *Celtis sinensis* of Fangshan National Geological Park in Nanjing[J]. Guihaia, 2013, 33(1): 58-63

南京方山国家地质公园朴树群落特征

金雅琴¹, 黄雪芳², 孙晓龙¹, 刘 儒¹

(1. 金陵科技学院 园艺学院, 南京 210038; 2. 江苏教育学院生命科学与化学学院, 南京 210013)

摘要: 采用样地调查法对南京方山国家地质公园朴树群落特征进行研究。结果表明:(1)群落中朴树的优势地位突出,其重要值为 44.481%,是该群落的第 1 优势种;主要伴生树种有栲树、茅栗、榉树、麻栎、榔榆、刺槐等;群落成层现象明显,可分为乔木层、灌木层(含下木层)和草本层,但地被层不发达;(2)群落垂直结构较为简单,乔木层共有木本植物 15 种。乔木层丰富度指数(S)、Shannon-Wiener 指数(H')、Simpson 指数(D)、种间相遇机率(PIE)、Pielou 均匀度指数(J)分别为 7.429、1.406、0.696、0.054、0.723,物种多样性总体偏低;(3)朴树种群年龄结构表现为 I、II 级幼苗普遍较少,幼苗贮备严重不足,种群自身更新不良,整体处于衰退之中;(4)采用扩散系数(C)、负二项参数(K)、扩散型指数(I_δ)、Cassie 指标(C_a)、丛生指标(I)、平均拥挤度指数(m^*)和聚块性指标(m^*/m)进行分析,朴树种群的空间分布格局均为集群分布,但不同样地中的种群集聚程度因生境的变化而存在一定差异。

关键词: 方山; 朴树; 群落特征; 种群结构; 分布格局

中图分类号: Q948.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2013)01-0058-06

Community character of *Celtis sinensis* of Fangshan National Geological Park in Nanjing

JIN Ya-Qin¹, Huang Xue-Fang², SUN Xiao-Long¹, LIU Ru¹

(1. College of Horticulture, Jinling Institute of Technology, Nanjing 210038, China; 2. College of Life Sciences and Chemistry, Jiangsu Institute of Education, Nanjing 210013, China)

Abstract: The community character of *Celtis sinensis* of Fangshan National Geological Park in Nanjing was studied using quadrat survey. The results were as followed:(1)the dominant species of the community was *C. sinensis*, of which the important value was 44.481%, and there were *Broussonetia papyrifera*, *Castanea seguinii*, *Zelkova serrata*, *Quercus acutissima*, *Ulmus parvifolia* and *Robinia pseudoacacia* in upper layer as main companion tree species; (2)the population structure was simple and there were 15 arborous species at upper layer, and the species diversity indexes of the tree layer were a bit low by analyzed five indices, species richness(S), Shannon-Wiener index(H'), Simpson index(D), PIE index, Pielou evenness index(J), and these indexes were 7.429, 1.406, 0.696, 0.054, 0.723 by calculation; (3)the diameter class structure of *C. sinensis* population showed the seedlings numbers of class I and II were less, so that the young seedlings reservoir was not seriously enough. The ability of self-renewing of the population was bad, so they tended to atrophy quantitatively and were in the decline; (4)the spatial pattern of seven sampling plots were aggregative distribution through testing cluster-intensity coefficient for instance K-value of negative binomial, dispersal index(C), index of dispersion pattern(I_δ), Cassie index(C_a), clumping index(I), index of mean crowding(m^*) and index of patchiness(m^*/m)

* 收稿日期: 2012-05-20 修回日期: 2012-07-15

基金项目: 江苏省自然科学基金(BK2010094)

作者简介: 金雅琴(1974-),女,博士,副教授,从事植物学教学与研究。(E-mail)Jinyaqin@yeah.net。

m), but there were certain difference among seven sampling quadrats in their aggregative degree.

Key words: Fangshan; *Celtis sinensis*; community character; population structure; distribution pattern

朴树(*Celtis sinensis*)为我国南方重要的乡土树种,隶属于榆科朴属(*Celtis*),广泛分布于我国淮河流域、秦岭以南至华南各省区,散生于平原及低山丘陵区(中国植物志编辑委员会,1998)。朴树还是一种重要的木本经济植物,其茎皮纤维是造纸和人造棉的原材料,果实可榨油(润滑油),根皮可入药,有治疗腰痛和痔疮的功效,枝叶对 SO_2 、 Cl_2 等有毒气体有较强的吸收和抗性(江苏省植物研究所,1982)。因此,重视我国朴树资源的保护及利用具有重要意义。

落叶阔叶林是南京地区主要的植被类型,而朴树是主要建群种之一(赵清等,2003)。南京方山为我国华东地区唯一的火山地貌区,拥有大量的火山地貌景观,现有石质多为第三纪杏状玄武岩和火山角砾岩,是南京地区乃至苏皖浙地区新生代火山代表,并依此跻身于国家地质公园之列(2009年8月)。近代,以程裕淇(1948)、李立文(1982,1991)、周明镇(1956)为代表的地质、古生物学家曾经对方山的地质构造、古砾石层的形成以及动植物化石进行过研究,对地貌的形成及沉积环境进行了推测,但有关方山植被群落特征方面的研究很少。开展方山火成岩地貌区植被群落特征研究,对于揭示植被形成及演替变化,以及群落与土壤环境的关系具有重要的科学意义,同时对南京方山植被群落的保护与

利用具有一定的参考价值。本文通过样地调查,对南京方山地区典型的森林植被——朴树群落结构及多样性特征进行了研究,以为朴树种群的资源保护和利用提供理论参考。

1 自然概况

方山位于南京江宁大学城西南方,地理坐标为 $31^{\circ}13' \text{ N}$ 、 $118^{\circ}22' \text{ E}$,最高海拔 208 m,为华东地区唯一的火山地貌区,现为国家级地质公园。山体总面积约 6.5 km^2 ,最高海拔 208 m。方山因五百万年前的火山活动而形成,现有石质多为第三纪杏状玄武岩和火山角砾岩,地表土壤浅薄。属北亚热带季风性湿润气候,年平均气温 15.5°C ,年平均降水量 $1\ 012 \text{ mm}$,全年光照时数 $2\ 148 \text{ h}$,四季分明,年无霜期 224 d。

该区森林群落在近代曾因战争等遭受严重破坏,目前保存的森林资源为自然演替形成的次生林,依据上层优势种组成划分,主要林分类型有阳性栎林(麻栎林、栓皮栎林)、针阔叶混交林(如马尾松—朴树—构树林、马尾松—栎树林等)、落叶阔叶林(如黄檀林、朴树林、刺槐林、构树林、茅栗林等)、少量竹林及茶林(人工茶园)。

表 1 朴树群落调查样地的生境状况

Table 1 Habitat condition of sampling quadrats in the community of *C. sinensis*

样地 Quadrat	位置 Location	面积 Area (m^2)	海拔 Altitude (m)	土壤厚度 Thickness of soil (m)	岩石裸露率 Exposure of rock (%)	坡度 Slope ($^{\circ}$)	坡向 Aspect ($^{\circ}$)	郁闭度 Crown density	优势种 Dominant species
Q1	定林寺旁	400	126	0.60	15	15	(NW)40	0.90	①②③④
Q2	龙池口下	400	163	0.30	15	25	(NW)32	0.85	①③⑤⑥
Q3	龙池口下	400	161	0.30	15	25	(NW)32	0.85	①③⑤⑥
Q4	火山口南	400	160	0.30	20	18	(NW)11	0.75	①⑤⑦⑧
Q5	火山口南	400	161	0.30	20	18	(NE)20	0.90	①⑤⑥⑧
Q6	南天门南	400	193	0.20	25	<5	(NE)35	0.75	①⑤⑦⑨
Q7	南天门东	400	196	0.20	25	<5	(NE)35	0.75	①⑤⑦⑥

注: ①朴树, ②榉树, ③黄檀, ④八角枫, ⑤构树, ⑥茅栗, ⑦刺槐, ⑧榔榆, ⑨麻栎。

Note: ①*Celtis sinensis*, ②*Zelkova serrata*, ③*Dalbergia hupeana*, ④*Alangium chinense*, ⑤*Broussonetia papyrifera*, ⑥*Castanea seguinii*, ⑦*Robinia pseudoacacia*, ⑧*Ulmus parvifolia*, ⑨*Quercus acutissima*.

2 研究方法

2.1 样地调查

通过踏查选取有代表性的群落作为调查样地。

采用相邻格子法(谢宗强等,1999;曲仲湘等,1983)在朴树群落中设置 7 个面积为 400 m^2 的典型样地,将每个样地分成 16 个面积 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ 的小样方。首先调查记载样方内经纬度、海拔、坡度、坡向、郁闭度、土壤厚度等生境特征(表 1),实测样地内所有乔

木树种的胸径、树高及冠幅,并记录样方内幼苗幼树的株数、高度及草本植物盖度及多度状况。

2.2 分析方法

采取空间代替时间的方法,即用立木径级代替年龄结构来分析种群结构和动态。根据朴树生活史特点,参考有关种群的径级(DBH)划分法来进行划分(曲仲湘等,1983;苏志尧等,2000)。I级幼苗 DBH<2.0 cm,II级幼树 DBH:2.0~2.5 cm;III级小树 DBH:2.5~7.5 cm;IV级中树 DBH:7.5~12.5 cm;V级大树 DBH:12.5~17.5 cm;VI级大树 DBH:17.5~22.5 cm。VII级大树 DBH:22.5~27.5 cm;VIII级大树 DBH:27.5~32.5 cm;IX级大树 DBH:32.5~37.5 cm;X级超大树 DBH:37.5~42.5 cm。以2 m为一高度级单位统计各高度级内的株数(上限排外法),以确定高度级结构。

重要值的计算:乔木重要值=(相对密度+相对频度+相对显著度)/3;草灌木重要值=(相对盖度+相对高度)/2。群落多样性测度方法参考文献(马

克平,1994),应用 Jaccard 公式统计群落相似系数(宋永昌,2001;王伯逊,1987)。种群分布格局采用以下指标进行分析(范繁荣等,2008):(1)扩散系数(C),用 t 检验判断分布格局的显著性;(2)负二项参数(K);(3)扩散型指数(I_s);(4)Cassie 指标(C_a);(5)丛生指标(I);(6)平均拥挤度指数(m^*);(7)聚块性指标(m^*/m)。

3 结果与分析

3.1 朴树群落结构特征

从表2可以看出,在群落中朴树的优势地位明显,其重要值为44.481%,是该群落的第1优势种;次优种为构树,其重要值为16.921%;茅栗的重要值为6.520%,榉树的重要值为5.997%,分别排列在第三和第四位;麻栎的重要值为5.417%。其它种类的重要值均低于5%。由此可知,朴树在群落中占绝对优势,呈单一优势群落。

表2 朴树群落乔木层种类重要值

Table 2 The important values of the arborous layer species in the community of *C. sinensis*

植物种类 Plant species	相对密度(%) Relative density	相对频度(%) Relative frequency	相对显著度(%) Relative dominance	重要值(%) Important value
朴树 <i>Celtis sinensis</i>	40.741	36.100	56.603	44.481
构树 <i>Broussonetia papyrifera</i>	23.210	17.012	10.540	16.921
茅栗 <i>Castanea seguinii</i>	7.160	8.714	3.687	6.520
榉树 <i>Zelkova serrata</i>	4.198	4.149	9.645	5.997
麻栎 <i>Quercus acutissima</i>	3.457	3.734	9.060	5.417
榔榆 <i>Ulmus parvifolia</i>	4.198	6.639	2.575	4.470
刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	3.704	5.809	1.594	3.702
白檀 <i>Symplocos paniculata</i>	3.704	5.809	0.770	3.428
柘树 <i>Cudrania tricuspidata</i>	3.704	3.734	0.562	2.667
黄檀 <i>Dalbergia hupeana</i>	1.728	2.490	2.944	2.387
山胡椒 <i>Lindera glauca</i>	1.975	2.075	0.406	1.485
桑 <i>Morus alba</i>	0.988	1.660	0.577	1.075
黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>	0.494	0.830	0.184	0.503
乌桕 <i>Sapium sebiferum</i>	0.247	0.415	0.695	0.452
狭叶山胡椒 <i>Lindera angustifolia</i>	0.247	0.415	0.005	0.222

朴树群落成层现象较为明显,可分为乔木层、灌木层(含下木层)和草本层,地被层不发达。此外,还有一定数量的层间植物。乔木层可分为2个亚层。第1亚层高10~22 m,DBH多在6~40 cm,但个别调查样地出现了DBH可达62 cm和42 cm的古树,高20 m以上,这一亚层的覆盖度在林分中占45%~70%,主要伴生树种除了有构树、茅栗、榉树、麻栎外,还有乌桕、桑、榔榆、刺槐、黄连木等,主要是落叶阔叶中、高位芽植物,在乔木层中构成建群层片

或优势层片。第2亚层高5~10 m,DBH多在6 cm以下,覆盖度25%~30%,主要树种组成有黄檀、山胡椒、狭叶山胡椒、白檀、柘树等,另外还存在有第1亚层乔木种的幼苗幼树,如构树、朴树等。这些多为落叶小高位芽植物,并在生活谱中占优势地位。

灌木层高0.5~3 m,盖度在30%~55%之间,可分为2个亚层。第1亚层高1.5 m以上,由八角枫(*Alangium chinense*)、野蔷薇(*Rose multiflora*)、花椒(*Zanthoxylum bungeanum*)、老鸦柿(*Dio-*

spyros rhombifolia)、茶条槭(*Acer ginnala*)、胡颓子(*Elaeagnus pungens*)、冻绿(*Rhamnus utilis*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、扁担杆(*Grewia biloba*)、构骨(*Ilex cornuta*)等种类组成。此外,还有一些乔木幼树。第2亚层高1.5 m以下,种类较多,主要由大青(*Clerodendrum cyrtophyllum* var. *cyrtoph*)、山莓(*Rubus corchorifolius*)、木莓(*R. swinhoei*)、茅莓(*R. parvifolius*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、蓬蘽(*R. hirsutus*)、卫矛(*Euonymus alatus*)、六月雪(*Serissa foetida*)等种类组成。它们大都是落叶矮高位芽植物组成的层片。此外,还有一些中、小高位芽植物的幼苗。

草本层分布不均,群落中透光充分的林隙尤其发达,种类较丰富,高度一般在10~60 cm之间,无明显层次分化,盖度35%~70%。主要种类有淡竹叶(*Lophatherum gracile*)、求米草(*Oplismenus undulatifolius*)、沿阶草(*Ophiopogon japonicus*)、菴草(*Arthraxon hispidus*)、白英(*Solanum lyratum*)、蛇莓(*Duchesnea indica*)、紫露草(*Tradescantia fluminensis*)、蕨(*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*)、井栏边草(*Pteris multifida*)、贯众(*Cyrtomium fortunei*)、中华短肠蕨(*Allantodia chinensis*)等种类,它们均可在局部成为优势种。草本层主要由种子地面芽植物构成,其次是种子地下芽植物和蕨类地面芽植物,地上芽植物较少。

层间植物零星分布,主要种类有络石(*Trachelospermum jasminoides*)、海金沙(*Lygodium japonicum*)、金银花(*Lonicera japonica*)、鸡矢藤(*Paederia scandens*)、菝葜(*Smilax china*)、何首乌(*Polygonum multiflorum*)等。局部样地分布密度较大。

3.2 群落乔木层物种多样性

物种多样性作为测定群落结构水平的指标,可以较好地反映群落的结构(马克平,1994)。方山朴树群落乔木层种类较为简单,共有植物15种(表2),物种多样性测定结果见表3。从表3可以看出,Shannon-Wiener指数(H')平均为1.406,其值较低。而不同样地Shannon-Wiener指数大小不同反映出各样地物种多样性的差异。如Q1(1.448)、Q5(1.636)的测值相对较高,而Q4的测值则较低(1.130)。其它多样性指标Simpson指数(D)、种间相遇机率(PIE)、Pielou均匀度指(J)平均为0.696、0.054、0.723。虽然各样地的海拔位置和坡

向有所不同,但由于各样地均处于同一群落类型之中,而且海拔差异并不大。故除 PIE 指数外,其它指标变幅较小,随海拔升高而物种多样性降低的趋势在同一群落内并不显著。

3.3 不同群落样地间相似性

群落样地间相似性是进行群落研究的一个重要基础,适用于同类群落不同样地间植物种类的比较(宋永昌,2001)。本文应用Jaccard公式统计相似系数,分析结果见表4。由表4看出,群落Q6与Q7、Q2与Q3有较高相似性,Q3与Q7、Q4与Q7相似性也较高,其它样地间相似性较低。这说明,不同样地因地理位置、局部生境的不同,下木植物种类组成将有所改变。距离较近的样地植物组成相对相似性较大,但从全部样地的种类组成和一致性的优势种(朴树)来看,它们应仍属于同一群落。

表3 朴树群落各样地乔木层物种多样性指标
Table 3 The diversity indexes of aborescent stratum of different quadrats in the community of *C. sinensis*

样地 Quadrat	S	H'	D	PIE	J
Q1	9	1.448	0.695	0.068	0.659
Q2	10	1.415	0.765	0.127	0.615
Q3	6	1.471	0.718	0.027	0.821
Q4	4	1.130	0.632	0.007	0.815
Q5	8	1.636	0.737	0.023	0.787
Q6	7	1.407	0.686	0.092	0.723
Q7	8	1.338	0.639	0.036	0.644
平均 Average	7.429	1.406	0.696	0.054	0.723

表4 朴树群落样地相似性分析
Table 4 The similarity analysis of different quadrats in the community of *C. sinensis*

样地 Quadrat	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
Q1	1.000	0.267	0.364	0.182	0.133	0.143	0.250
Q2		1.000	0.778	0.273	0.385	0.308	0.250
Q3			1.000	0.429	0.400	0.300	0.714
Q4				1.000	0.500	0.375	0.667
Q5					1.000	0.364	0.556
Q6						1.000	0.857
Q7							1.000

3.4 朴树种群结构与空间分布格局

3.4.1 种群结构 种群年龄结构分析是探索种群动态有效方法,是揭示种群结构现状和更新策略的重要途径之一(梁士楚等,2002)。从图1可以看出,朴树种群的径级结构表现为I、II级幼苗、幼树的数量普遍较少,这说明方山朴树种群幼苗贮备不足,自身更新不良,趋于衰败之中。种群个体分布最多的是

集中在Ⅲ级,值得注意的是个别样地发现了Ⅸ级以上的大树(古树),如样地 3 发现了胸径 36.5 cm 的大树 1 株,样地 4 发现了胸径 62.0 cm 古树 1 株,样地 7 发现了胸径 48.6 cm、42.0 cm 的大树各 1 株。所以,尽管种群中幼年小树缺少或不足,但群落内个别朴树古树的的存在使得该群落资源珍贵。种群株数随高度级的分布如图 2。朴树个体高度最大为 22 m,但高 2~4 m(Ⅱ级)植株最多,共 39 株,占总数的 18.31%,处于灌木层(下木层)。10~12 m(Ⅵ级)植株最少,仅有 9 株,占总数的 24.225%。其余高度级分布较均匀,约占总数的 8.451%。

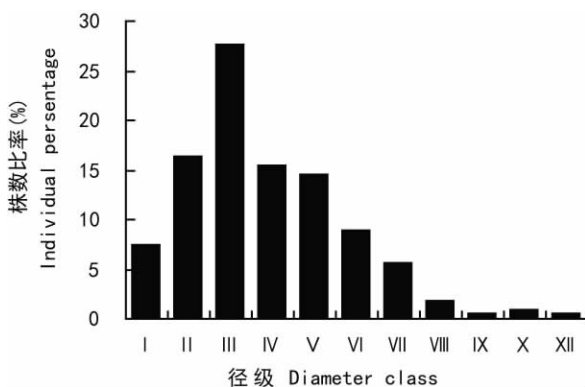


图 1 朴树种群径级结构

Fig. 1 Diameter class structure of *C. sinensis* population

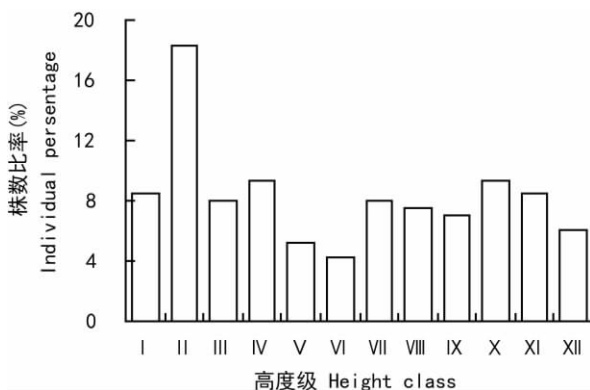


图 2 朴树种群高度级结构

Fig. 2 Height class structure of *C. sinensis* population

3.4.2 种群空间分布格局 种群分布格局分析是对物种生物学特性,种间关系和生境条件等因素综合作用下种群个体水平空间配置和分布状态作的定量描述(张金屯,1995)。通过对方山朴树种群分布格局测定结果可知,扩散系数(C)为 3.822~7.800 之间,查 t 值表, $t_{15,0.05} = 2.131$,由于 $t > t_{15,0.05}$,则 $S2/$ 对 1 的偏离显著,种群分布为集群分布

(Clump),其它指标如负二项参数(K)、扩散型指数(I_0)、Cassie 指标(C_a)、丛生指标(I)等均呈集群分布(Clump)。

从各样地的空间分布格局来看,各样地的集群强度有所差异,反映了各样地之间的生境存在差异。样地 1 与样地 5 的 K 值分别为 0.651、1.063,在所有样地中 K 值较大。一般认为, K 越小,种群集群度越大,所以,样地 1 与样地 5 两样地集群度较小。样地 1 位居下坡,土壤条件较好,散落在地表上的种实,经越冬处理后在水分条件好的情况下应该都能发芽,但该样地样地集群度却不大,其原因可能与下坡土壤条件好,受到其它入侵植物竞争的影响。样地 5 位居火山口南,由于景区开放附近参观游人颇多,同时观察到林内存在一定比例的茅栗个体,并且看到林内有果实采摘的迹象,所以样地 5 集群度较小可能与所在的林分存在人为经营茅栗有关。

4 结论与讨论

(1)地质和土壤是地表植被形成的基础,并深刻影响着植被群落的演替和发展方向(宋永昌,2001)。本调查表明,朴树在南京方山植物群落中的重要值最大,优势地位明显,为典型的单优群落,可见在南京方山地区独特的地质土壤条件比较适合于朴树的定居与生长。分析表明,南京方山植物群落与同纬度地区的南京紫金山(安树青等,1990)、牛首山(童丽丽等,2005)、幕燕山(赵青等,2003)、无想寺(童丽丽等,2006)等地的植物群落组成及结构都有较大差别,这是不同地理土壤条件与气候环境共同作用的结果。

(2)南京方山朴树种群的年龄结构表现在所有样地中 I、II 级幼树普遍较少,幼苗贮备严重不足,这说明南京方山朴树种群自身更新不良,整体处于衰败之中,这是朴树自身生物学特性与群落生境相互作用的必然结果。朴树为强阳性树种,过于庇荫的环境条件对其生长不利,反而更有利于个别常绿植物的生长定居(如胡颓子、构骨等)。本研究发现,朴树种群现存密度较小,统计表明平均密度每公顷为 5450 株,但林内第二林层的刺槐、构树、白檀、络石、野蔷薇、老鸦柿、山莓等杂木颇多,林内郁闭度较高(所有样地均在 75%~90%),种间竞争异常剧烈。在群落调查中发现,地表耐荫的草本植物丰富、枯落物积聚较厚,种子散落在地表不能得到充足的

水分或发芽必备的土壤条件也可能是朴树更新幼苗数量偏少的重要原因。位于林下的朴树幼苗幼树常年接受不到充足的阳光,从而影响了幼苗的存活与

生长,这也许是朴树种群 I、II 级幼树保存较少,幼苗贮备严重不足的另一原因。种间竞争和林内环境改变的共同作用影响着方山朴树群落演替的方向。

表 5 朴树种群空间分布格局

Table 5 Spatial distribution pattern of *C. sinensis* population

样地 Quadrat	C	t 值 t-value	K	I_s	C_s	I	m^*	m^*/m	分布格局 Distribution pattern
Q1	4.168	8.675	0.651	2.485	1.536	3.168	5.230	2.536	Clump
Q2	6.343	14.631	0.339	3.862	2.948	5.343	7.155	3.948	Clump
Q3	7.089	16.675	0.277	4.513	3.608	6.089	7.776	4.608	Clump
Q4	5.980	13.637	0.326	3.988	3.064	4.980	6.605	4.064	Clump
Q5	3.822	7.729	1.063	1.901	0.941	2.822	5.822	1.941	Clump
Q6	5.933	13.511	0.291	4.364	3.432	4.933	6.371	4.432	Clump
Q7	7.800	18.623	0.294	4.290	3.400	6.800	8.800	4.400	Clump

(3) 种群分布格局是物种与环境长期相互适应、相互作用的结果,不仅与物种的生物学特性和种群间竞争排斥有关,而且与物种所处生境有密切的联系(洪伟等,2001)。本研究表明,朴树种群分布格局为集群分布,这与高邦权等(2005)的研究结果基本一致,即朴树种群主要是集群分布,而不是随机分布和均匀分布,表明了集群分布是方山朴树种群的主要分布形式。朴树种群表现出这种高集群性应该与其种子传播和自身生物学特性密切相关。

(4) 朴树是我国南方重要的乡土木本植物。朴树对生境的要求不严,喜光,也耐一定的庇荫,耐干旱瘠薄,对土壤 pH 值的适应性强,因此在南京自然分布极为普遍。但值得注意的在本群落中仍然保留有许多 IX 级以上的大树(古树)。这些古树资源的存在,一方面对于研究南京方山火山地貌的原生植被演替具有重要价值,另一方面对于维持南京方山地质公园的景观风貌具有重要意义,应加强保护。在种群保护和经营管理过程中,可有意识地维持好现有种群生境,减少人为活动的干扰破坏,针对种群第 I 龄级和第 II 龄级的两个脆弱阶段,可适当采取人工干预措施,如清除林下过密灌木、草本植物,或疏伐非目的树种,促进幼苗更新,减少竞争压力,保障种群持续稳定和健康发展。

参考文献:

中国植物志编辑委员会. 1998. 中国植物志(第 22 卷)[M]. 北京: 科学出版社: 402-413
 王伯逊. 1987. 植物群落学[M]. 北京: 高等教育出版社: 105-114
 曲仲湘, 吴玉树, 王焕校, 等. 1983. 植物生态学[M]. 北京: 高等教育出版社: 190-193
 江苏省植物研究所. 1982. 江苏植物志(下册)[M]. 南京: 江苏科学技术出版社: 60

宋永昌. 2001. 植被生态学[M]. 上海: 华东师范大学出版社: 142-192
 张金屯. 1995. 植被数量生态学方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社: 257-259
 An SQ(安树青), Zhao NL(赵儒林). 1990. Characteristics analysis of secondary forest vegetation in Zijin Mountain(紫金山次生森林植被特征分析)[J]. *Acta Phytocool Geobot Sin*(植物生态学与地植物学学报), 14(1): 13-22
 Cheng YQ(程裕淇), Shen YH(沈永和). 1948. The eogene period volcanic rocks in Fangshan, Jiangsu Jiangning(江苏江宁方山之第三纪火山岩)[J]. *Acta Geol Sin*(中国地质学会志), 28(3-4): 107-154
 Fan FR(范繁荣), Pan BZ(潘标志), Ma XQ(马祥庆), et al. 2008. A study on structure and spatial distribution pattern of *Artocarpus hypargyreus* population(白桂木的种群结构和空间分布格局研究)[J]. *Fore Res*(林业科学研究), 21(2): 176-181
 Gao BQ(高邦权), Zhang GF(张光富). 2005. Studies on population structure and distribution pattern of *Celtis sinensis* in Laosan National Forest Park of Nanjing(南京老山国家森林公园朴树种群结构与分布格局研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 25(5): 406-412
 Hong W(洪伟), Liu J(柳江), Wu CZ(吴承祯). 2001. A study on structure and spatial distribution pattern of *Castanopsis hystrix* population(红锥种群结构和空间分布格局的研究)[J]. *Sci Silv Sin*(林业科学), 37(suppl.): 6-10
 Li LW(李立文), Fang YS(方邨森). 1982. Fission track dating of cenozoic strata and mineral resources in Nanjin(南京地区新生代地层与矿产)[J]. *J Nanjing Norm Univ: Nat Sci Edit*(南京师范学院学报·自然科学版), (2): 45-52
 Li LW(李立文), Fang YS(方邨森). 1991. The facies of the ancient gravel beds in the suburbs of Nanjin and sedimentary environment(南京附近古砾石层的相标志及沉积环境分析)[J]. *J Nanjing Norm Univ: Nat Sci Edit*(南京师范学院学报·自然科学版), 14(3): 105-115
 Liang SC(梁士楚), Li JL(李久林), Cheng SZ(程仕泽). 2002. Age structure and dynamics of *Keteleeria davidiana* var. *chienpei* population in Guizhou Province(贵州青岩油杉种群年龄结构和动态的研究)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), 13(1): 21-26
 (下转第 69 页 Continue on page 69)

d 增幅分别为 24.46%, 20.53% 和 20.40%; 叶面积指数(LAI)随着生育期的推进,先增大后减小,并随着施氮量增加,衰退减缓;冠层 PAR 随着株行距增加,透光率效果越好;本研究中叶倾角随着施氮量的增加而减小,这与前人研究有些不一致,可能与品种的属性有关。同一株行距配置的不同施氮量对糯玉米产量影响差异显著;施氮量和株行距配置产量构成因素千粒重、单株籽粒产量、行粒数影响显著,对穗行数的影响不显著,说明对产量构成而言,穗行数更趋于品种本身的属性,而千粒重、单株籽粒产量、行粒数受外界的施氮量及种植措施影响较大。

参考文献:

- He P (何萍), Jin JY (金继运), Lin B (林葆). 1998. Effect of N application rates on leaf senescence and its mechanism in spring maize(氮肥用量对春玉米叶片衰老的影响及其机理研究)[J]. *Sci Agric Sin(中国农业科学)*, **31**(3):66-71
- Li YZ(李言照), Dong XW(东先旺), Liu GL(刘光亮), et al. 2002. Effects of light and temperature factors on yield and its components in maize(光温因子对玉米产量及产量构成因素值的影响)[J]. *Chin J Eco-Agric(中国生态农业学报)*, **10**(2):86-88
- Lü LH(吕丽华), Tao HB(陶洪斌), Xia LK(夏来坤), et al. 2008. Canopy structure and photosynthesis traits of summer maize under different planting densities(不同种植密度下的夏玉米冠层结构及光合特性)[J]. *Acta Agron Sin(作物学报)*, **34**(3):447-455
- Paolo ED, Rinaldi M. 2008. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment[J]. *Field Crops Res*, **105**:202-210
- Xu HY(徐恒永), Zhao JS(赵君实). 1995. Canopy photosynthesis capacity and the contribution from different organs in high-yielding winter wheat(高产冬小麦的冠层光合能力及不同器官的贡献)[J]. *Acta Agron Sin(作物学报)*, **21**(2):204-209
- Wu ZH(武志海), Zhang ZA(张治安), Chen ZY(陈展宇). 2005. Researched on characteristics of canopy structure and photosynthetic characteristic of maize planting in double lines at one width ridge(大垄双行种植玉米群体冠层结构及光合特性的解析)[J]. *J Maize Sci(玉米科学)*, **13**(4):62-65
- Yang GH(杨国虎), Li X(李新), Wang CL(王承莲), et al. 2006. Study on effects of plant densities on the yield and the related characters of maize hybrids(种植密度影响玉米产量及部分产量相关性状的研究)[J]. *Acta Agric Boreal-Occident Sin(西北农业学报)*, **15**(5):57-60,64
- Yang LH(杨利华), Zhang LH(张丽华), Yang SL(杨世丽), et al. 2007. Responses of some population quality indices of corn hybrids differing in plant height to planting density(不同株高玉米品种部分群体质量指标对种植密度的反应)[J]. *Acta Agric Boreal Sin(华北农学报)*, **22**(6):139-146
- Yao WS(姚万山), Song LQ(宋连启), Guo HM(郭宏敏), et al. 1999. Physiological index of summer corn high-yield cultivation(夏玉米高产群体生理动态质量指标的研究)[J]. *Acta Agric Boreal Sin(华北农学报)*, **14**(4):55-59
- Pu GZ(蒲高忠), Tang SC(唐赛春), Pan YM(潘玉梅), et al. 2010. phenotypic plasticity and modular biomass of invasive *Parthenium hysterophorus* in different habitats in South China 服务生境下表型可塑性和构件生物量[J]. *Guihaia(广西植物)*, **30**(5):641-646
- Zhang WF(张旺锋), Wang ZL(王振林), Yu SL(余松烈), et al. 2002. Effect of under-mulch-drip irrigation on canopy apparent photosynthesis, canopy structure and yield formation in high-yield cotton of Xinjiang(膜下滴灌对新疆高产棉花群体光合作用冠层结构和产量形成的影响)[J]. *Sci Agric Sin(中国农业科学)*, **35**(6):632-637
-
- (上接第 63 页 Continue from page 63)
- Ma KP(马克平). 1994. Methods of species diversity measurement, I-species diversity(upper portion)(生物群落多样性的测度方法, I-多样性的测度方法·上)[J]. *Biodiv Sci(生物多样性)*, **2**(3):162-168
- Su ZY(苏志尧), Wu DR(吴大荣), Chen BG(陈北光). 2000. Structure and spatial pattern dynamics of dominant populations in a natural forest in North Guangdong Province(粤北天然林优势种群结构与空间格局动态)[J]. *Chin J Appl Ecol(应用生态学报)*, **11**(3):337-341
- Tong LL(童丽丽), Guan QW(关庆伟), Xu XG(许晓岗), et al. 2006. Community characteristics of quercus acutissima forest in Wuxiang Temple Forest Park(无想寺森林公园麻栎次生林群落学特征)[J]. *J Zhejiang Fore Sci & Tech(浙江林业科技)*, **26**(5):22-27
- Tong LL(童丽丽), Tang GG(汤庚国), Xu XG(许晓岗). 2006. Floristic characteristics of Mt. Niushou, Nanjing and relationship with its circumferential floras(南京牛首山地区植物区系的特点及与邻近植物区系的关系)[J]. *J Nanjing Fore Univ: Nat Sci Edit(南京林业大学学报·自然科学版)*, **30**(5):78-82
- Xie ZQ(谢宗强), Chen WL(陈伟烈), Lu P(路鹏), et al. 1999. The demography and age structure of the endangered plant population of *Cathaya Argyrophylla*(濒危植物银杉的种群统计与年龄结构)[J]. *Acta Ecol Sin(生态学报)*, **19**(4):523-528
- Zhao Q(赵清), Ding DS(丁登山), Yan CH(阎传海). 2003. Restoration and reconstruction of the forest vegetation in the Mufushan Yanziji Mountains, Nanjing(南京幕燕山地森林植被恢复重建研究)[J]. *Geogr Res(地理研究)*, **22**(6):742-750
- Zhou MZ(周明镇), Hu CK(胡长庚). 1956. The discovery of miocene epoch mammalian fossils of Fangshan, Nanjing(南京方山中新世哺乳动物化石的发现)[J]. *Acta Palaeontol Sin(古生物学报)*, **4**(4):81-90