

陕西府谷自然保护区杜松种群 的空间分布格局及其动态

褚胜利^a, 李登武^{b,c,①}, 李景侠^{b,c}

(西北农林科技大学 a. 生命科学学院; b. 林学院; c. 西部环境与生态教育部重点实验室, 陕西 杨陵 712100)

摘要: 采用方差/均值比率法和5个聚集度指标研究了陕西府谷自然保护区杜松(*Juniperus rigida* Sieb. et Zucc.)种群15个样地的空间分布格局及动态特征。结果表明,杜松种群的空间分布格局为聚集分布,其 v/m 值、负二项参数、聚块性指数、丛生指数、平均拥挤度和Morisita指数分别为1.98、1.84、1.54、0.98、2.79和1.54。随着径级的增大,聚块性指数逐渐减小,种群的聚集程度也减小,Ⅶ级大树呈随机分布,该种群表现出明显的扩散趋势。调查发现,人为干扰对杜松种群的空间分布格局有较大影响。

关键词: 杜松种群; 府谷自然保护区; 空间分布格局; 动态

中图分类号: S718.54⁺2; S791.24 文献标识码: A 文章编号: 1004-0978(2007)04-0034-04

Spatial distribution patterns and dynamics of *Juniperus rigida* population in Fugu Nature Reserve of Shaanxi Province CHU Sheng-li^a, LI Deng-wu^{b,c,①}, LI Jing-xia^{b,c} (Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry a. College of Life Science; b. College of Forestry; c. Key Laboratory of West Environmental and Ecology of Education Ministry, Yangling 712100, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2007, 16(4): 34-37

Abstract: Spatial distribution patterns and dynamics of fifteen plots of *Juniperus rigida* Sieb. et Zucc. population in Fugu Nature Reserve of Shaanxi Province were studied by using methods of variance/mean ratio and five clustering indexes. The results showed that spatial distribution patterns of *J. rigida* population were clumping, and v/m ratio, negative binomial parameter, patchiness index, clumping index, mean crowing index and Morisita's index were 1.98, 1.84, 1.54, 0.98, 2.79 and 1.54 respectively. With diameter class increasing, patchiness index decreased gradually and clumping degree of population decreased, trees of diameter class Ⅶ distributed randomly, so the population emerged obvious spreading trend. It is concluded that human disturbance can effectively affect spatial distribution patterns of *J. rigida* population.

Key words: *Juniperus rigida* Sieb. et Zucc. population; Fugu Nature Reserve; spatial distribution pattern; dynamics

种群空间分布格局分析是研究群落结构、种群间相互作用及种群与环境之间关系的重要手段之一,也是生态学研究热点问题之一^[1]。研究植物的空间分布格局对确定植物的种群特征、种群间的相互关系以及种群与环境间的关系具有非常重要的作用,是植物群落结构的基本组成要素之一,对进一步揭示群落特征与本质十分必要^[2]。种群的空间分布格局是植物种群生物学特性对环境条件长期适应和选择的结果,是植物种群的基本数量特征之一^[3,4],研究植物种群的空间分布格局不仅能对种群的水平结构进行定量描述,还能揭示形成该格局的成因,并阐述种群及群落的动态变化^[5-8]。目前,

对杜松(*Juniperus rigida* Sieb. et Zucc.)的研究多集中在资源利用方面^[9-13],有关杜松种群群落生态学方面的研究较少^[14],且未见有关杜松种群空间分布格局及其动态的研究报道。作者对陕西府谷自然保护区内杜松种群15个样地的空间分布格局及动态进行了研究,以其为有效保护该杜松种群提供一定

收稿日期: 2006-12-11

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30671672)、中国科学院知识创新项目(KZCX1-06)和西部环境与生态教育部重点实验室客座基金资助项目

作者简介: 褚胜利(1982-),男,山东泰安人,硕士研究生,主要从事植物多样性保护与利用研究。

① 通讯作者 E-mail: dengwuli@163.com

的基础研究资料。

1 研究区概况及研究方法

1.1 研究区概况

府谷自然保护区位于陕西省府谷县境内,东面和南面分别与府谷县清水乡和田家寨乡接壤,西面与府谷县店塔镇、永兴县和神木县大柳塔镇相邻,北面与内蒙古自治区准格尔旗接壤。地理坐标为东经 $100^{\circ}22' \sim 110^{\circ}58'$ 、北纬 $38^{\circ}58' \sim 39^{\circ}28'$,面积 $6\,368\text{ hm}^2$ 。保护区内地势由西北向东南倾斜,海拔 $800 \sim 1\,200\text{ m}$,有薄层片沙的黄土沙盖梁峁区及固定和半固定沙丘。由于水流侵蚀,形成沟壑纵横、梁峁对峙的地貌。保护区地处黄土高原丘陵沟壑区与长城沿线风沙区的过渡地带,区内以黄土高原沟壑区为主,少部分为风沙区。保护区位于中温带干旱气候区,地带性植被为半干旱草原带,是森林草原向典型草原过渡的地带性植被类型。

该地区属典型温带干旱及半干旱大陆性气候,春秋凉爽、夏季炎热、冬季寒冷。年均气温 $9.1\text{ }^{\circ}\text{C}$,最高温度 $38.9\text{ }^{\circ}\text{C}$,最低温度 $-24.1\text{ }^{\circ}\text{C}$;年降水量 472 mm ,主要集中在7月至9月;早霜始于10月下旬,晚霜终于4月中旬,全年无霜期 173 d ;冻土期长达 $100 \sim 130\text{ d}$;灾害性天气多为干旱、霜冻和冰雹。保护区内有2条流入黄河的支流,雨季河水暴涨,旱

季河水断流。保护区内的风沙区以风沙土为主,丘陵沟壑区以黄绵土和绵沙土为主,普遍表现出土壤贫瘠、含肥率低及含水量不足等特点。

1.2 研究方法

1.2.1 样地的选择及调查 采用代表性样地法进行调查。于2005年8月在全面踏查的基础上,在杜松分布比较集中的大昌汉区域选择15个面积为 $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ 的样地,并在样地内随机划分出面积为 $3\text{ m} \times 3\text{ m}$ 和 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的小样方,分别用于乔木、灌木和草本种类的调查。详细记录每个样地的生境、坡度、坡向、坡位、海拔和郁闭度(表1),实测乔木树种的胸径及坐标,估测树高、枝下高和冠幅,同时记录灌木和草本植物的种类、高度、多度及盖度等。

1.2.2 年龄结构的划分方法 由于立木的年龄结构在野外不易测定,因此,常采用径级法确定乔木的年龄。根据杜松生活史特点,参考相关研究文献^[8,15-18],将该杜松种群划分为7个径级:Ⅰ级, $DBH < 2\text{ cm}$;Ⅱ级, $2\text{ cm} \leq DBH < 6\text{ cm}$;Ⅲ级, $6\text{ cm} \leq DBH < 10\text{ cm}$;Ⅳ级, $10\text{ cm} \leq DBH < 14\text{ cm}$;Ⅴ级, $14\text{ cm} \leq DBH < 18\text{ cm}$;Ⅵ级, $18\text{ cm} \leq DBH < 22\text{ cm}$;Ⅶ级, $DBH \geq 22\text{ cm}$ 。

1.2.3 空间分布格局的检验方法 参照文献^[19]和^[20]中的方法和指标,对陕西府谷自然保护区内杜松种群的空间分布格局进行判断和检验。

表1 陕西府谷自然保护区杜松种群15个样地的基本概况

Table 1 General situation of fifteen plots of *Juniperus rigida* Sieb. et Zucc. population in Fugu Nature Reserve of Shaanxi Province

样地号 No. of plot	海拔/m Elevation	坡度/(°) Slope	坡向 Aspect	坡位 Position	土壤类型 Soil type	郁闭度/% Canopy density		
						乔木层 Tree layer	灌木层 Shrub layer	草本层 Herb layer
1	1 140	35	N	中上部 Mid-upside	黄绵土 Yellow loessial soil	35	5	60
2	1 150	36	NE20°	中上部 Mid-upside	绵沙土 Sandy cultivated loessial soil	35	6	50
3	1 150	40	NE20°	上部 Upside	绵沙土 Sandy cultivated loessial soil	50	15	90
4	1 100	40	NE10°	中部 Middle	黄绵土 Yellow loessial soil	55	5	90
5	1 070	30	NW40°	下部 Underside	黄绵土 Yellow loessial soil	80	15	96
6	1 150	35	SW40°	中部 Middle	绵沙土 Sandy cultivated loessial soil	6	1	25
7	1 150	42	WN45°	中部 Middle	绵沙土 Sandy cultivated loessial soil	44	5	30
8	1 130	35	EN45°	中部 Middle	黄绵土 Yellow loessial soil	35	15	75
9	1 130	34	EN45°	中部 Middle	绵沙土 Sandy cultivated loessial soil	50	6	70
10	1 120	32	NW30°	中上部 Mid-upside	黄绵土 Yellow loessial soil	55	10	65
11	1 050	38	SW45°	下部 Underside	绵沙土 Sandy cultivated loessial soil	28	8	35
12	1 065	43	NE30°	下部 Underside	黄绵土 Yellow loessial soil	48	13	85
13	1 120	39	NW20°	中部 Middle	绵沙土 Sandy cultivated loessial soil	50	18	75
14	1 100	35	NW20°	下部 Underside	绵沙土 Sandy cultivated loessial soil	60	15	65
15	1 170	41	N	上部 Upside	黄绵土 Yellow loessial soil	35	10	75

2 结果和分析

2.1 杜松种群的空间分布格局分析

陕西府谷自然保护区内杜松种群 15 个样地的空间分布格局和聚集强度分析结果见表 2。由整体

分析结果可见,该种群的空间分布格局为聚集分布;方差/均值比 $v/m = 1.98$, 大于 1, $t = 7.14$, 差异极显著 ($P < 0.001$); 负二项参数 $k = 1.84$; 聚块性指数 $I = 1.54$, 大于 1; 丛生指数 $C = 0.98$, 大于 0; Morisita 指数值为 1.54, 大于 1。以上结果均表明陕西府谷自然保护区内的杜松种群总体表现为聚集分布, 且聚集程度较高。

表 2 陕西府谷自然保护区内杜松种群的空间分布格局¹⁾

Table 2 Spatial distribution patterns of *Juniperus rigida* Sieb. et Zucc. population in Fugu Nature Reserve of Shaanxi Province¹⁾

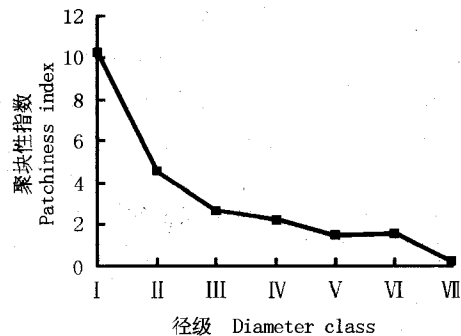
径级 Diameter class	方差/均值比 (v/m) Variance/mean ratio		格局 Pattern	丛生指数 Clumping index	平均拥挤度 Mean crowding index	聚块性指数 Patchiness index	负二项参数 Negative binomial parameter	Morisita 指数 Morisita's index	
	Value	t						Value	χ^2
I	2.74	12.66 ***	聚集分布 Clumping	1.74	1.93	10.31	0.11	10.70	290.30 **
II	2.02	7.42 ***	聚集分布 Clumping	1.02	1.31	4.52	0.28	4.60	214.07 **
III	1.71	5.15 ***	聚集分布 Clumping	0.71	1.13	2.68	0.60	2.70	180.90 **
IV	1.37	2.71 **	聚集分布 Clumping	0.37	0.70	2.14	0.88	2.16	145.37 *
V	1.15	1.09	聚集分布 Clumping	0.15	0.45	1.50	1.99	1.51	121.81
VI	1.12	0.87	聚集分布 Clumping	0.12	0.34	1.53	1.88	1.55	118.67
VII	0.96	-0.26	随机分布 Random	-0.04	0.01	0.22	-1.28	0.00	102.00
Total	1.98	7.14 ***	聚集分布 Clumping	0.98	2.79	1.54	1.84	1.54	210.05 **

¹⁾ I: $DBH < 2$ cm; II: $2 \text{ cm} \leq DBH < 6$ cm; III: $6 \text{ cm} \leq DBH < 10$ cm; IV: $10 \text{ cm} \leq DBH < 14$ cm; V: $14 \text{ cm} \leq DBH < 18$ cm; VI: $18 \text{ cm} \leq DBH < 22$ cm; VII: $DBH \geq 22$ cm. *: $P < 0.01$; **: $P < 0.005$; ***: $P < 0.001$.

2.2 杜松种群径级的空间分布格局及其动态分析

通过对杜松种群 7 个径级个体的空间分布格局 (表 2) 分析可以看出, 陕西府谷自然保护区杜松种群的幼苗 (径级 I 级)、幼树 (径级 II 级)、小树 (径级 III 级)、中龄树 (径级 IV 和 V 级) 及大树 (径级 VI 级) 均为聚集分布, 且聚集程度随径级变化逐渐减弱, 而 VII 级大树则呈随机分布。

杜松种群各径级聚块性指数的变化趋势见图 1。图 1 表明, 该杜松种群表现为扩散趋势。I 级幼苗及 II 级幼树的聚块性指数变化明显, 说明扩散趋势明显; II 级幼树、III 级小树、IV 级中龄树、V 级中龄树、VI 级大树及 VII 级大树的聚块性指数逐渐减小, 说明各径级仍具有一定的扩散性。杜松种群聚块性指数的这种变化趋势与其他格局判定指数的变化一致, 即在由 I 级幼苗向 II 级幼树的转变过程中, 各指数的变化幅度均较大。



I: $DBH < 2$ cm; II: $2 \text{ cm} \leq DBH < 6$ cm; III: $6 \text{ cm} \leq DBH < 10$ cm; IV: $10 \text{ cm} \leq DBH < 14$ cm; V: $14 \text{ cm} \leq DBH < 18$ cm; VI: $18 \text{ cm} \leq DBH < 22$ cm; VII: $DBH \geq 22$ cm.

图 1 陕西府谷自然保护区杜松种群各径级聚块性指数的变化趋势
Fig. 1 Change trend of patchiness index of different diameter classes of *Juniperus rigida* Sieb. ex Zucc. population in Fugu Nature Reserve of Shaanxi Province

杜松种群幼苗阶段强烈的聚集分布主要是因为: 1) 杜松球果较重, 一般散落在母株周围; 2) 部分被砍伐过的杜松植株通过萌蘖进行更新。另外, 杜松球果易于聚集在地面的凹槽处, 动物搬运也可能造成杜松幼苗强烈的聚集分布。在幼苗成长为幼树的过程中, 幼苗之间没有明显竞争, 对种群扩散趋势的影

3 讨论和结论

杜松种群的分布格局及其动态取决于该种群的生物学特性和环境 2 个方面的因素及其相互作用。

响较小,虽然环境和人为破坏能导致较高的死亡率,但由于环境选择对每个植株的机率相等,因此不会改变其空间分布的格局。在幼树长成小树的过程中,随着树龄的增长,植株对外界的抵抗力增强,因此各类指数的变化不明显。在小树长成中龄树的过程中,种内竞争加剧以及自疏和它疏作用均导致种群空间扩散强烈。在中龄树长成大树的过程中,内在竞争和人为破坏均导致个体数量减少,从而造成Ⅵ级大树的各项指数均比较低。Ⅶ级大树表现为随机分布的主要原因是生理衰老及人为干扰。在未成立保护区以前,由于人们砍伐杜松做薪材和寿木等,造成大树短缺,加之人为选择的不确定性也使得Ⅶ级大树在杜松种群中呈随机分布的格局。野外调查发现,人为破坏是导致Ⅶ级大树呈随机分布状态的主要原因。

陕西府谷自然保护区内杜松种群的空间分布格局整体上是聚集分布,但由杜松种群的动态变化看,该种群表现为明显的扩散趋势,由聚集强度很大的幼苗逐渐扩散到聚集强度很小且呈随机分布的大树,这一变化过程明显。

杜松种群的空间分布格局与群落所处的环境也有一定的关联性,坡度、地面凹凸程度等因素均在一定程度上影响了杜松种群的空间分布格局。研究发现,人为干扰对于杜松种群的空间分布格局的影响很大。

参考文献:

- [1] 张金屯. 植被数量生态方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995. 1-370.
- [2] Gittins R. Canonical analysis, a review with application in ecology [M]. Berlin: Springer Verlag, 1985.
- [3] 周纪伦, 郑师章, 杨 持. 植物种群生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1992.
- [4] 谢宗强, 陈伟烈, 刘正宇, 等. 银杉种群的空间分布格局[J]. 植物学报, 1999, 41(1): 95-101.
- [5] 朱学雷, 安树青, 张立新, 等. 海南五指山热带山地雨林主要种群结构特征分析[J]. 应用生态学报, 1999, 10(6): 641-644.
- [6] 刘 峰, 陈伟烈, 贺金生. 神农架地区锐齿槲栎种群结构与更新的研究[J]. 植物生态学报, 2000, 24(4): 396-401.
- [7] 张光富. 浙江天童灌丛群落中优势种群的年龄结构和分布格局[J]. 武汉植物研究, 2001, 19(3): 233-240.
- [8] 李 新, 胡理乐, 黄汉东, 等. 后河自然保护区水丝梨群落优势种群结构与格局[J]. 应用生态学报, 2003, 14(6): 849-852.
- [9] Adams R P, Chu G L, Zhang S Z. Comparisons of the volatile leaf oils of *Juniperus rigida* Miq. from Northeastern China, Korea and Japan[J]. Journal of Essential Oil Research, 1995, 7(1): 49-52.
- [10] 柴一新, 祝 宁, 韩焕金. 城市绿化树种的滞尘效应——以哈尔滨市为例[J]. 应用生态学报, 2002, 13(9): 1121-1126.
- [11] Doi K, Kawamura T. A new diterpene from *Juniperus rigida* [J]. Phytochemistry, 1972, 11(2): 841-842.
- [12] Shin W S, Ha J H. Analysis of lipid and volatile components in juniper seed (*Juniperus rigida* Sieb. et Zucc.) [J]. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 2003, 32(6): 795-800.
- [13] 张少贞, 朱格麟, 郭守军, 等. 杜松挥发油化学成分与资源利用研究[J]. 植物研究, 1996, 16(3): 363-367.
- [14] 朱志诚. 陕北黄土高原杜松疏林草原初步研究[J]. 林业科学, 1991, 27(4): 447-451.
- [15] 张金屯, 孟东平. 芦芽山华北落叶松林不同龄级立木的点格局分析[J]. 生态学报, 2004, 24(1): 35-40.
- [16] 吕仕洪, 李先琨, 向悟生, 等. 广西弄岗五桠果叶木姜子群落结构特征与种群动态[J]. 植物资源与环境学报, 2004, 13(2): 25-30.
- [17] 苏志尧, 吴大荣, 陈北光. 粤北天然林优势种群结构与空间格局动态[J]. 应用生态学报, 2000, 11(3): 337-341.
- [18] 范海兰, 洪 伟, 吴承祯, 等. 福建大田栲树次生林优势种群结构与动态[J]. 植物资源与环境学报, 2004, 13(3): 44-49.
- [19] 李海涛. 植物种群分布格局研究概况[J]. 植物学通报, 1995, 12(2): 19-26.
- [20] 兰国玉, 雷瑞德. 植物种群空间分布格局研究方法概述[J]. 西北林学院学报, 2003, 18(2): 17-21.