

陕西地区栓皮栎种群统计特征的区域变异性研究

韩照祥¹ 张文辉¹ 山仑² 卢志军³

(1. 西北农林科技大学生命科学院, 杨凌, 712100; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所, 杨凌, 712100;
3. 中国科学院植物研究所, 北京, 100093)

提 要: 种群统计是种群生态学研究的核心, 主要研究种群在时间和空间上的数量变化规律。本文通过样方法对陕西不同地区栓皮栎的年龄结构、大小结构、密度结构和组成构件四个方面探讨栓皮栎种群的区域变异性规律。结果表明, 从分布中心到分布边缘, 沿生境梯度栓皮栎种群年龄结构呈现出不均匀分布, 绝大部分样地幼苗和幼树的个体数量偏少, 但栓皮栎种群能顺利通过瓶颈。不同样地不同年龄的栓皮栎种群的大小结构分布不一, 种群中胸径小的个体与胸径大的个体数量比较少, 中等大小的个体数量较多, 种群表现出增长的趋势。不同样地的密度随径级的变化特点是低径级的密度高, 高密度的径级小, 密度在不同样地平均径级上的分布呈现出明显的负相关。不同样地的栓皮栎叶面积指数的变化, 反映出栓皮栎种群的生长活力。

关键词: 栓皮栎; 种群统计; 年龄结构; 径级结构

中图分类号: Q948.15⁺ 8

文献标识码: A

1 引言

种群统计是研究种群生态学的核心, 主要探讨种群在时间和空间上的数量变化规律^[3]。种群动态包括了种群的数量、时间和空间三个方面。而种群的数量、年龄、密度、高度等特征都是种群结构的要素, 直接影响到种群的更新、群落的稳定性, 它们分别从不同侧面表征了种群的动态规律。

栓皮栎(*Quercus variabilis*)是壳斗科栎属(*Quercus* L.)的落叶乔木, 是我国暖温带落叶阔叶林和亚热带常绿阔叶混交林的重要建群种, 也是一种经济价值很高的树种, 分布在22个省区。由于栓皮栎受到人为破坏的现象十分严重, 分布面积日益减少, 其质量和数量不断下降, 栓皮栎种群的稳定性正受到严重破坏, 大多数地区栓皮栎种群有逐渐转移退缩的趋势。为探讨该种群统计的区域变异性规律, 本研究区域设在陕西栓皮栎分布中心的秦岭和分布边缘地带的渭北黄土高原的黄龙地区, 研究栓皮栎种群沿生境梯度从分布核心区到分布边缘区的种群动态规律, 对于研究栓皮栎种群的遗传特性、种群整体活力和群落的稳定性, 提高栓皮栎种群抵御外界环境干扰的能力、适应能力、种群生产力等方面, 有着十分重要的生态学意义。

2 自然概况与研究方法

2.1 自然概况

本研究根据栓皮栎种群在陕西分布的特点, 将研究样地设在栓皮栎种群分布中心的秦岭(A、B样地)、汉中地区(C样地)和分布边缘地带的黄龙地区(D样地)。秦岭是横贯陕西中南部的一条山脉, 位于32°50′—34°55′N, 106°22′—110°36′E之间, 它是防阻东南热湿气流向北渗透和屏蔽北方干冷气流向南侵袭的屏障, 因而是造成西北特别是陕西干旱气候的重要原因。使得秦岭成为亚热带和暖温带的分界线, 同时又是黄河、长江二水系的分水岭。本研究的样地位于秦岭北坡的周至楼观台(样地A)和马岔沟(样地B),

A 地区土壤在海拔 500m 以下为草甸褐色土, 海拔 500—1000m 为碳酸盐褐色土, 海拔 1000—1500m 为典型褐色土, B 地区土壤为褐色土。A、B 两区气候属于温带、暖温带气候。年平均气温 6.4℃, 最高 29.4℃, 最低气温零下 19℃(1 月), 年降水量 1001.7mm。A 样地中的栓皮栎平均胸径 17.2cm, 平均树高 16.5m, 总郁闭度 0.90, 乔木郁闭度 0.82, 灌木郁闭度 0.67, 草本郁闭度 0.13。B 样地中的栓皮栎平均胸径 16.5cm, 平均树高 16.0m, 总郁闭度 0.80, A、B 两区乔木层常见的伴生树种有槲栎(*Q. aliena*)、槲树(*Q. dentata*)、麻栎(*Q. acutissima*)、山合欢(*Albizia kalkora*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)等。林下灌木比较稀疏, 分布均匀, 优势种不明显, 常见的有胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、榛子(*Corylus heterophylla*)、黄蔷薇(*Rosa hugonis*)、黄庐(*Cotinus coggygia* var. *cinerea*)、柔毛绣线菊(*Spiraea pubescens*)、六道木(*Abelia biflora*)、连翘(*Forsythia suspense*)等。草本层以禾本科的长芒草(*Stipa bungeana*)、白羊草(*Bothriochloa ischaemum*)和莎草科的苔草属(*Carex*)为多。汉中地区位于 33°10′—33°50′N, 106°30′—107°10′E 之间, 样地设在汉中勉县的土关铺(C 样地), 土壤为黄棕土, 本区是陕西最温暖的地区, 年平均气温 13—16℃, 1 月平均气温在 2℃以上, 7 月平均气温 24—28℃。年降水量 800mm 左右。本样地栓皮栎平均胸径 16.0cm, 平均树高 15.5m, 总郁闭度 0.75。常见的林下灌木有胡枝子、黄蔷薇、棕榈、榛子等。黄龙自然保护区(样地 D)位于 35°25′—35°41′N, 110°00′—110°13′E 之间, 本区气候为典型的大陆性气候, 年平均气温 10℃, 最高 7 月份平均气温 23.4℃, 年降水量 680mm 左右。样地中栓皮栎平均胸径 21.0cm, 平均树高 13.3m, 总郁闭度 0.70。伴生树种有山杨(*Populus alba*)、白桦(*Betula platyphylla*)、槲栎(*Q. aliena*)、槲树(*Q. dentata*)等乔木。林下灌木主要有胡枝子、榛子、黄蔷薇、连翘等。草本层以禾本科的长芒草、白羊草和莎草科的苔草属(*Carex*)为多。

2.2 研究方法

通过野外实际调查, 采用样方法对样地内的栓皮栎作每木调查, 在秦岭北坡、汉中和黄龙地区分别选择生长发育中等、具有代表性的栓皮栎群落地段, 分别设置 20 个样方, 共设样方 80 个(乔木样方面积为 20m×20m)。对样地内乔木树种全部测定, 指标包括: 种名、高度、胸径、枝下高和冠幅及样地中种群个体数目等。

3 栓皮栎种群统计的区域变异性分析

3.1 种群年龄结构的区域变异

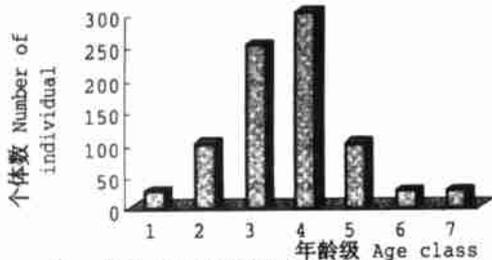


图1 A样地栓皮栎种群的年龄结构
Fig.1 Age structure of *Quercus variabilis* population for plot A

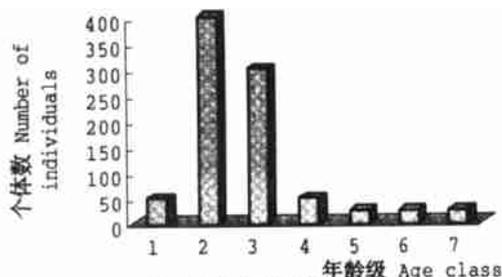


图2 B样地栓皮栎种群的年龄结构
Fig.2 Age structure of *Quercus variabilis* population for plot B

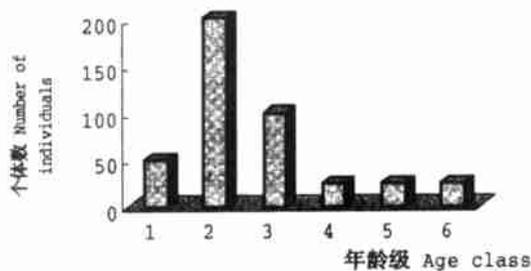


图3 C样地栓皮栎种群的径级结构
Fig.3 Age structure of *Quercus variabilis* population for plot C

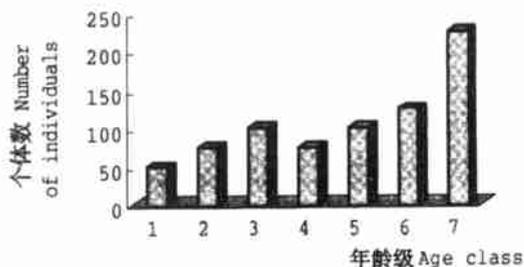


图4 D样地栓皮栎种群的年龄结构
Fig.4 Age structure of *Quercus variabilis* population for plot D

种群年龄结构是指不同年龄组的个体在种群内的分配比例和配置情况,它反映种群过去的更新机会和未来演化趋势,对深入分析种群动态和进行预测预报具有重要价值。因此,在研究陕西地区栓皮栎种群特征时,统计了不同分布区种群的年龄结构,个体年龄的确定采用回归法,当个体年龄确定后,划分年龄级,实生苗为0级,1~5 年龄为1 级,5~10 年龄为2 级,依次类推,共分7 级,统计每一年龄级所对应的个体数量,以龄级为横轴,各龄级个体数为纵轴,做栓皮栎种群年龄结构图 1.2.3.4。

由以上四个图可知:四个地区中 1 龄级的幼苗数量都相对较少,分别占各地区总量的 3.2%、5.7%、11.8% 和 6.7%。在楼观台地区的栓皮栎种群中,3、4、5 年龄级的个体数量最多,占总量的 77.4%。在马岔沟和汉中地区,2、3 年龄级的个体数量都较多,分别占总量的 80% 和 70.6%。而黄龙地区的栓皮栎从 1~7 龄级有逐渐增长的趋势。表面看来,各个地区都比较缺乏幼苗后续资源,实际上,刚萌发的实生苗“1 龄级”的种群命运很不确定,受环境的影响很大,从发生到死亡都有不确定性,相对来源处于 5~10 年的实生幼苗对确定种群未来命运是至关重要的,因为这个龄级的幼苗处于种群的建立阶段。从图中反映的情况来看,各个地区在这个龄级中幼树的数量分别占总数的 12.9%、45.7%、47.1% 和 10.3%。由此可见,栓皮栎种群在不同地区都有一定的幼苗后续资源,是逐渐增长型种群,这与栓皮栎的生态学和生物学特性是一致的。

为了更进一步对栓皮栎种群的年龄动态进行分析,对于栓皮栎种群这样生命周期长的多年生乔木,可用静态生命表来分析其种群动态,而存活曲线是对生命表的有效诠释。将自然对数化的龄级和现存个体数量分别作为横轴和纵轴,绘出栓皮栎种群的存活曲线图(图 5)。

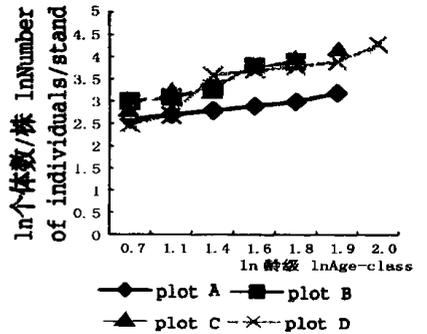


图 5 各样地栓皮栎种群存活曲线
Fig. 5 The survivable cure of Quercus variabilis population for each plot

根据 Leak 的研究,乔木种群双对数化的存活曲线若为一直线,表示该种群为稳定种群;若为“凹型”则为增长型种群;若为“凸型”则为衰减型种群,且稳定种群和增长种群的存活曲线符合负幂函数分布,而衰减型种群的存活曲线不符合负幂函数分布^[7]。栓皮栎种群属“凹型”,经检验也符合负幂函数分布。可见,从栓皮栎种群的存活曲线仍然可以看出其为逐渐增长型种群。

3.2 种群径级结构的区域变异

由于种群的更新状况只用年龄结构来表征还不能包含种群动态的所有信息,因此,用种群的径级结构可从另一个角度阐明种群的区域变异特性。胸径大小划分的标准:把高度在 50cm 以下的幼苗记为 I 级,胸径在 5 cm 以上每隔 5 cm 作为 1 级,共划分 10 个径级,分别记为 I、II、III、IV、V、VI、VII、VIII、IX、X^[2]。按以上标准统计样地中其个体数量,以径级大小为横坐标,以个体数量为纵坐标,做出栓皮栎种群的径级结构图 6.7.8.9。

径级结构是种群的重要特征,不同样地的栓皮栎种群总体胸径结构特征包含在各亚种群的胸径结构信息中^[4,10]。从径级结构与种群数量关系图 6 中可以看出,径级在 10—15、15—20cm 的个体数量最多,占个体总数的 58.7%,从总体上看,秦岭地区的楼观台地区(样地 A)栓皮栎种群实生苗中等径级的个体数量多,大径级个体数量偏少,根萌生幼苗和实生幼苗个体数量占 28%,有较充分的幼苗后续资源,说明楼观台地区(样地 A)栓皮栎种群的小径级和中等径级的数量远大于大径级的数量,是一个逐渐增长的种群。从图 7 中可以看出,秦岭地区的马岔沟地区(样地 B)栓皮栎种群 5—10、10—15cm 径级的个体数量最多,占总个体的 83%,根萌生苗和实生幼苗个体数量占 17%,种群的径级比例,由小径级—中径级—大径级,中小径级的数量大于大径级的数量,说明该区栓皮栎种群正处在从幼龄向中龄过渡的时期,种群进化潜力巨大。而在汉中地区的栓皮栎种群中(图 8),由于本区是 60 年代大部分被砍伐后形成的天然次生林,萌生苗个体数量几乎占总数的 50%,种群补充更新能力主要靠根的萌生苗,不管是实生苗还是根萌生苗都可以维持种群的存在和发展,因此,种群呈现增长趋势。从图 9 中可以看出,根萌生苗个体数量明显比实生苗的数量多,实生苗小径级个体数量相对较少,从小径级到大径级呈现增长趋势,由此,黄龙地区的栓皮栎种群也属于逐渐增长型种群。就研究的陕西栓皮栎种群来说,从其分布中心到分布边缘,栓皮栎幼苗的数量足够使种群进行自我更新,大部分栓皮栎种群有足够的幼苗个体,种群有逐渐增长趋势。这一结论与前面分析的结果是一致的。

3.3 种群密度的区域变异

在研究种群动态规律时,首先要进行种群的数量统计。在统计中,种群大小最常用的指标是密度。密

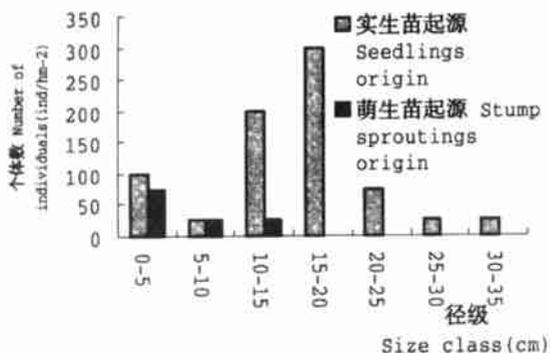


图6 样地A栓皮栎种群的径级结构

Fig.6 Size class structure of *Quercus variabilis* population for plot A

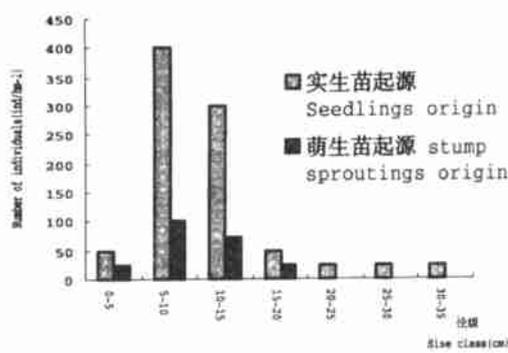


图7 样地B栓皮栎种群径级结构

Fig.7 Size class structure *Quercus variabilis* population for plot B

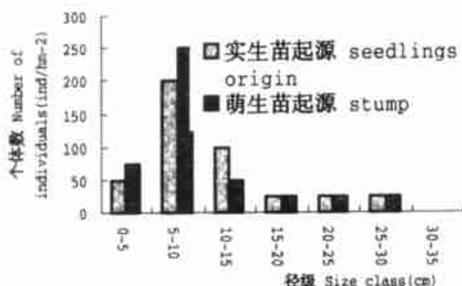


图8 样地C栓皮栎种群径级结构

Fig.8 Size class structure of *Quercus variabilis* for plot C

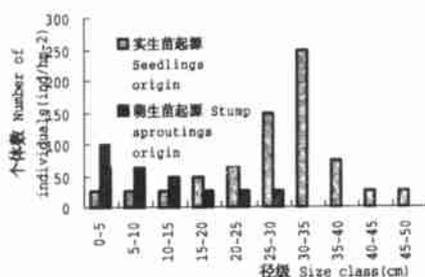


图9 样地D栓皮栎种群的径级结构

Fig.9 Size class structure of *Quercus variabilis* population for plot D

度通常以单位面积或空间上的个体数目表示^[5]。本研究中将样方调查资料中株数/400m²换算成株数/hm²。结果表明,栓皮栎种群在汉中的平均密度最高,为1952株/hm²;其次是马岔沟1676株/hm²;楼观台为1597株/hm²;黄龙最低,为1500株/hm²。从表1中可以看出:各样地的平均密度随径级的减少而增加,随径级的增加而减少。经F检验和SPSS11.0软件分析,密度和径级之间呈明显的负相关。R值客观地反映了这种相关程度,楼观台、汉中、黄龙的相关系数达-0.9以上。密度的这种变化是栓皮栎种群自疏过程的反映。这种自疏现象是种群生态的一大特征。它主要是由遗传性状、环境因子和个体对营养空间的占有决定的。

表1 各样地中栓皮栎种群密度与平均胸径分布

Tab. 1 Distribution of density and DBH of *Quercus variabilis* population in the stands

Name	楼观台		马岔沟		汉中		黄龙	
	Mean DBH	Density						
1	15.8	1660	13.3	1700	12.5	1780	20.6	1300
2	16.5	1565	12.8	1715	15.3	1650	18.5	1500
3	17.0	1540	14.5	1690	11.6	1885	16.8	1585
4	14.6	1670	15.2	1680	13.3	1780	18.8	1480
5	17.4	1500	13.8	1690	12.9	1900	21.2	1340
6	15.8	1660	14.0	1690	10.8	2015	17.6	1580
7	17.2	1520	14.3	1675	13.2	1750	16.5	1615
8	13.6	1680	15.4	1665	12.5	1800	17.5	1550
9	17.8	1480	14.8	1575	14.1	1695	19.4	1445
10	13.2	1690	13.6	1675	11.0	1980	17.0	1600
M	15.9	1597	14.2	1676	12.7	1952	18.4	1500
R	- 0.9120		- 0.5260		- 0.9230		- 0.9760	

3.4 栓皮栎种群组成构件的区域变异

种群的组成构件是指同类构件个体形成的集合^[6,8]。如叶(构件)种群、枝(构件)种群等,构件种群每个成员称为构件个体。每个构件个体均有其特定的生物学特征,有一定空间位置,执行着一定的功能^[1]。构件种群的生长状况可反映出个体构件的活力。通过统计种群植株上的构件(如叶),同时进行部分构件的收获,从而获得种群内部生长发育的大量信息,根据这些信息进行种群生长分析,掌握构件种群的动态规律。

本研究以栓皮栎叶构件来探讨其种群的动态(林冠总叶面积指数的季节动态)特征。首先选用二次方关系模型(叶面积二次方关系模型: $S = a + bx + cx^2$, a, b, c 为参数, x 为叶片主脉长与叶片最大宽度的乘积), 用此模型求出拟合参数, 建立叶面积与叶长与最大叶宽之间的关系模型^[9]。在生长季节内选择一定观察时日, 对各样地内的四株栓皮栎的叶主脉长和最大宽度等因子进行测量, 计算不同观测期内叶面积指数的动态变化数值, 以观察时间为横坐标, 叶面积指数为纵坐标绘图, 如图10。

从图10中可以看出, 不同样地的叶面积指数从4月份开始逐渐增大, 8月前后达到最大, 从9月初开始呈现出下降趋势, 到10月份枝条部分叶片落下, 叶面积指数也迅速下降。A样地由于处在栓皮栎的分布中心, 水热条件较好。D样地则处于栓皮栎种群的生态交错地带, 经本项目其他方面研究, 尽管栓皮栎种群有逐渐衰减趋势, 相比而言, 本地区的栓皮栎种群仍能表现出边缘正效应。因而A、D两地具有较高的叶面积指数。而B和C样地的栓皮栎由于受到人为破坏的现象十分严重, 其叶面积指数相对较低。

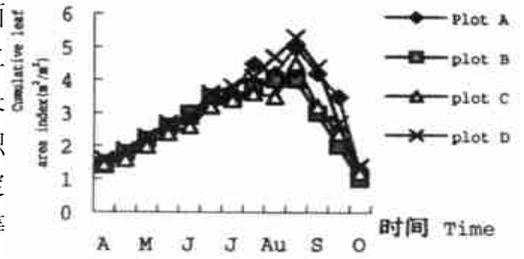


图10 栓皮栎生长季节内叶面积指数动态变化
Fig.10 The seasonal change of leaf area index of Quercus variabilis

4 结论

(1) 栓皮栎在陕西的水平分布以秦岭为中心, 向北以黄龙山区为分布边缘。沿生境梯度栓皮栎种群年龄结构的区域变异性呈现出不均匀分布, 绝大部分样地幼苗和幼树的个体数量偏少, 但由于栓皮栎本身具有强大的萌生能力, 只要有少量的植株幼苗, 加之其根的萌生幼苗, 在适宜的生境或受到干扰条件下成长, 维持种群的存在与发展, 种群就能顺利地通过瓶颈。

(2) 不同样地不同年龄的栓皮栎种群的大小结构分布不一。相对而言, 种群中胸径小的个体与胸径大的个体数量比较少, 中等大小的个体的数量较多。但小径级和中等径级的数量对决定种群未来命运是至关重要的。实生苗数量的不足虽直接影响了种群的发展, 但根萌生的幼苗弥补了实生苗的不足, 以使栓皮栎种群呈现出增长趋势。

(3) 不同样地密度随径级的变化特点是低径级密度高, 高密度的径级小。密度在不同样地平均径级上的分布规律呈现出明显的负相关, 说明栓皮栎种群受密度因素制约, 出现自疏现象。

(4) 不同样地的栓皮栎叶面积指数的动态变化, 说明叶构件作为栓皮栎种群的构件之一, 能反映出栓皮栎种群在生长期内“觅”到光照资源和取得与其邻体竞争的能力和栓皮栎种群对环境变化的适应能力。

(5) 本文从不同侧面对陕西栓皮栎种群沿生境梯度区域变异性规律的研究表明, 尽管栓皮栎种群受到人类活动、动物的取食、种子发芽率低和形成幼苗数量少等因素的影响, 但由于栓皮栎种群具有抗逆性好、萌生能力强等特性, 栓皮栎种群没有受制于“瓶颈效应”, 各个地区的栓皮栎种群仍表现出不同程度的增长。

参考文献

[1] Liu F (刘峰), Chen W- L (陈伟列), He J- S(). 2000. Population structure and regeneration of Quercus aliena var. acuteserrata in Shennongjia. Acta Phytoecol Sin[J] (植物生态学报), 24(4): 396 ~ 401(in Chinese).

[2] Gao X- M(高贤明), Wang W(王巍), Du X- J(杜晓军) and Ma K- p(马克平). 2001. Size structure, ecological significance and population origin of Quercus Wutaishanica forest in Beijing mountainous area. Acta Phytoecol Sin[J] (植物生态学报), 25(6): 673 ~ 678(in Chinese).

[3] Yan G- Q(闫桂琴), Zhao G- F(赵桂仿). 2001. Population structure and dynamics of Larix chinensis in Qinling mountain. Chin J Appl Ecol[J] (应用生态学报), 12(6): 824~828.

[4] Zhang W- H(张文辉), Zhao Z- H(赵则海). 2002. Study on population diameter structures of tree and shrub dominant plants in Dongling mountain in Beijing. Acta Botanica Sinica[J] (植物学报), 22(1): 84~90.

[5] Liu J- Q(李俊清), Wang Y- J(王业遵). 1986. Wave feature of population changes of pinus koraiensis in natural forest. Chinese Journal of Ecology[J] (生态学杂志), 5(5): 1~5. (in Chinese).

[6] Dong M(董鸣). 1987. Preliminary study of the age structure of masson pin population at Jinyun Mountain. Acta Phytoecol Geobot Sin[J] (植物生态与地植物学学报), 11(1): 50~58(in Chinese).

[7] Cho, D. S., R. E. J. Boerner. 1991. Canopy disturbance patterns and regeneration of Quercus species in two Ohio old growth forests. Vegetatio, 93: 9~18.

- [8] Ma, K. P. (马克平). 1997. Study on the flora of Dongling Mountain area. In: Chen, L. Z. (陈灵芝) ed. Study on forest ecosystem structure and function in warm temperate region. Beijing: Science Press. 53~72. (in Chinese).
- [9] Gholz H L. Environmental limits on above ground net primary production, leaf area, and biomass in vegetation zones of the Pacific Northwest. Ecology, 1982, 63: 469~481.
- [10] Ma, K. P. (马克平), Y. M. Liu(). 1994. Measurement of biotic community diversity. I. Adiversity (part 2). Chinese Biodiversity (), 2: 231~239. (in Chinese)

Study on Area Variability of Quercus Variabilis Population's Demonography Characteristics In Shaanxi Region

HAN Zhao- Xiang¹ ZHANG Wen- Hui¹ SHAN Lun² LU Zhi- Jun³

(1. College of Life Science, Northwest Sci- Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi;

2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Science and Ministry of Water Resource, 712100 Shaanxi;

3. Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China)

Abstract

Population demonography is the core of the research on population ecology, which mainly discusses the population amount regularity along with time and space. The population area variability law of *Quercus variabilis* from the age structure, size structure, density structure and architectural constitution in different regions in Shaanxi were probed and discussed via plots method. The results suggested that, the amount of individuals in 3, 4 years old classes is more than that of any other age classes in Louguantai plots, the amount of individuals in 2, 3 years old classes is the most in Machagou, the tree ages mostly are 5~10 years in Hanzhong region. The amount of seedlings and samplings differ between plots. That the amount of individuals in middle size classes exceeds that of larger size. Stump sprouting and seedlings are a common feature in plots of Louguantai. The amount of stump sprouting and seedlings accounts for 17% of total number in Machagou. The amount of stump sprouting almost accounts for 50% in Hanzhong region and the amount of large diameter classes and stump sprouting are more than the amount of seedlings in Huanglong region, but the population intend to increase. The mean density of *Quercus variabilis* is 1952 stands/hm² in Hanzhong region; 1676 stands/hm² in Machagou; 1597 stands/hm² in Louguantai; and 1500 stands/hm², and the lowest in Huanglong region. The dynamics of leaf area index reflects the vitality of *Quercus variabilis* population. In short, the age structure of *Quercus variabilis* population takes on uneven distribution along habitat gradient from core to margin, most of the plots have a few seedlings and samplings. However, *Quercus variabilis* population can pass through bottleneck. human beings disturbance, predatory animals, seed sprouting efficiency and so on influenced on *Quercus variabilis* population, it isn't limited by "bottleneck effect" because *Quercus variabilis* population inheres good resistivity and stump sprouting power, which will directly affect the *Quercus variabilis* population development.

Key words: *Quercus variabilis*; population demonography; age structure; diameter structure