

延安地区辽东栎群落结构特征的研究

薛智德^{1,2}, 朱清科², 山中典和³, 路保昌¹, 陈卫平⁴

(1 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2 北京林业大学 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京 100083;
3 鸟取大学干燥地研究中心, 日本 鸟取 680-0001; 4 宁夏农林科学院 种质资源所, 宁夏 银川 750002)

【摘要】【目的】研究延安地区辽东栎群落的结构特征,为延安森林区近自然森林经营提供理论和实践依据。**【方法】**以延安地区植物群落演替的辽东栎顶极群落为参照系统,选设5块标准地,并在其中设立36个小样方进行调查,对辽东栎次生林的结构特征及优势种群特征进行研究。**【结果】**延安森林区辽东栎次生林内有乔、灌木21种,其中主要的12种乔、灌木重要值大小排序依次为:辽东栎(41.57%)>小叶锦鸡儿(12.68%)>水栒子(11.58%)>土庄绣线菊(5.03%)、山杏(4.95%)>山樱桃(3.93%)、陕西荚蒾(3.91%)>三裂槭(2.92%)、茶条槭(2.40%)、黄蔷薇(2.36%)和秋胡颓子(2.25%);辽东栎、山杏、三裂槭和杜梨垂直分布呈UML型,侧柏呈UL型,具有ML型分布的植物有茶条槭、山樱桃、大果榆、山楂、小叶锦鸡儿、水栒子、土庄绣线菊、葱皮忍冬、紫丁香和桃叶卫矛,北京丁香呈现M型分布;在群落中出现的21种乔、灌木中,辽东栎、水栒子、小叶锦鸡儿等16种植物呈现集群分布,侧柏等5种植物种群为随机分布;辽东栎种群胸径与高度呈现幂次关系。**【结论】**延安地区天然次生辽东栎群落物种组成丰富,垂直分层明显,种群以集群分布为主,反映了群落内各种种群对环境非均质性的选择和适应及次生异龄复杂的结构特点,表明辽东栎群落是稳定和可持续的。

【关键词】 辽东栎;近自然林经营;林分结构;分布格局;重要值;延安地区

【中图分类号】 S792.189.02

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2008)10-0081-07

Characteristics of a *Quercus liaotungensis* community in a forested area at Yan'an

XUE Zhi-de^{1,2}, ZHU Qing-ke², Norikazu Yamanaka³, LU Bao-chang¹, CHEN Wei-ping⁴

(1 College of Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2 Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Combating, Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

3 Arid Land Research Center, Tottori University, Tottori 680-0001, Japan. ; 4 Institute of Germ Plasm Resources,

Academy of A&F Science of Ningxia, Yinchuan, Ningxia 750002, China)

Abstract: 【Objective】 The study observed the characteristics of a coordinate system of the close-to-nature forestry management in Yan'an forest area. 【Method】 Five plots and thirty-six quadrats selected, a plot investigation was conducted for determining the vertical and horizontal structure of a *Quercus liaotungensis* community and the characteristics of *Quercus liaotungensis* population in a forested area near Yan'an, Shaanxi Province, China. 【Result】 The plots contained twenty-one tree and shrub species. The importance values of the important species were as follows: *Quercus liaotungensis* (41.57%), *Caragana microphylla* (12.68%), *Cotoneaster multiflorus* (11.58%), *Spiraea pubescens* (5.03%), *Prunus armeniaca* (4.95%), *P. tomentosa* (3.93%), *Viburnum schensianum* (3.91%), *Acer oliverianum* (2.92%), *A. ginnala* (2.40%), *Rosa hugonis* (2.36%) and *Elaeagnus umbellata* (2.25%). *Q. liaotungensis*, *P. armeniaca*, *A. ol-*

* [收稿日期] 2007-11-05

[基金项目] 国家“十一五”林业科技支撑计划项目(2006BAD09B0303, 2006BAD03A0302)

[作者简介] 薛智德(1963—),男,陕西大荔人,副教授,主要从事植被恢复研究。E-mail: zdxyling@163.com

[通讯作者] 朱清科(1958—),男,宁夏固原人,教授,博士生导师,主要从事林业生态工程研究。E-mail: zhuqingke@sohu.com

iverianum and *Pyrus betulaefolia* were distributed in the upper, middle, and lower layers (UML). *Platycladus orientalis* was distributed in the upper and lower layers (UL). Not only *A. ginnala*, *P. tomentosa*, *Ulmus macrocarpa*, *Crataegus pinnatifida*, *C. microphylla*, but also *C. multiflorus*, *S. pubescens*, *Lonicera ferdinandii*, *Syringa obovata*, *Euonymus maackii* were found in the middle and lower layers (ML). In contrast, *Syringa pекinensis* was primarily distributed in the middle layer (M). Sixteen species showed clumped distribution, whereas, only five species had random distribution. The regression equation between *Q. liaotungensis* tree height and diameter was power function. 【Conclusion】 Natural *Q. liaotungensis* community in Yan'an area has very abundant species. Vertical structure of the community is distinct. A lot of populations of the community show clumped distribution. Those characteristics illuminate that the *Q. liaotungensis* community is steady and sustainable.

Key words: *Quercus liaotungensis* forest; Close-to-nature Forest Management; forest structure; distribution pattern; importance value; Yan'an area

生物学和生态学原理是植被近自然经营的基础,天然林的结构和演替是近自然经营的参照。自 20 世纪中后期以来,近自然森林经营的理论和实践在德国、奥地利、瑞士、法国等许多欧洲国家得到广泛接受和应用^[1-3]。我国目前正在研究和模仿自然植被,探讨和实施近自然经营的植被恢复模式^[4-5]。通过几十年的研究和实践,中国科学院水土保持研究所提出,延安研究区植被恢复必须遵循植被地带性分布规律和植被演替规律,采用自然恢复和人工恢复相结合的方式,以自然恢复为主,人工适度干预加速自然恢复为辅,建立以乡土树草种为主体、合理应用外来种、以恢复自然景观为目的、具有良好水土保持功能和稳定的防护型植被^[6]。植被恢复的最终目标是生态系统自身可持续性的恢复,恢复的参照系统是区域植被的原始林顶极群落,延安林区已经没有原始林,具有天然更新能力的次生辽东栎顶极群落就成为最理想的研究对象。国内不同学者分别在辽东栎群落生物多样性、群落分类及其随海拔高度的变化等方面进行了较多研究,而对位于森林与草原过渡区的延安地区辽东栎群落和优势种群结构特征的系统研究较少^[7-12]。本试验以辽东栎次生林为对象,对辽东栎群落的结构及其优势种群特征进行了研究,以期为区域近自然森林经营提供理论基础。

1 研究区概况

陕西省延安市宝塔区属于暖温带半湿润半干旱季风气候区,多年平均气温 8.5~9.5℃,多年平均≥10℃积温 3 100~3 300℃,无霜期 170~180 d,多年平均降水量 520~550 mm,其中 7~9 月占全年降水量的 55%~58%,且多为暴雨,春季降水只占全年的 13%~15%,冬春和春夏常常发生连旱灾

情。地貌为梁峁状黄土丘陵沟壑类型,地带性土壤为黑垆土,但是由于水土流失严重,现有土壤是在黄土母质上发育的幼年土壤黄绵土,土壤肥力较差,有机质含量一般不超过 10 g/kg,自然荒草地表层土壤有机质含量为 10~20 g/kg,次生林下以幼年灰褐土为主。天然次生林主要是油松(*Pinus tabulaeformis*)林、辽东栎(*Quercus liaotungensis*)林、侧柏(*Platycladus orientalis*)林等。灌丛植被主要有虎榛子(*Ostryopsis davidiana*)、黄蔷薇(*Rosa hugonis*)、灰栒子(*Cotoneaster kansuensis*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、白刺花(*Sophora davidii*)和秋胡颓子(*Elaeagnus umbellata*)。由于退耕还林草的时间较短,荒草地自然植被以白羊草(*Bothriochloa ischcemum*)、铁杆蒿(*Artemisia sacrorum*)为主^[13-14]。

2 研究方法

2.1 样地布设

在延安市柳林镇稍塬梁次生林区,以延安天然次生顶极辽东栎群落为研究对象,设立 5 块标准地(Q₀、Q₁、Q₂、Q₃、Q₄),其中固定标准地 Q₀ 的面积为 20 m×20 m,内设 4 个小样方;临时标准地 Q₁~Q₄ 的面积为 20 m×40 m,各设置 8 个小样方;小样方的面积均为 10 m×10 m。标准地基本情况见表 1。在每个样方内对胸径≥1 cm 的植株个体进行标定,调查各标准地内的植物组成、郁闭度、盖度、植株高度、胸径等。

2.2 辽东栎群落植物种群重要值的计算

重要值 = 1/3(Dr + Pr + Fr)^[15], Dr = D/∑D, Pr = P/∑P, Fr = F/∑F。式中:Dr 为相对密度,D 为某个种的株数,∑D 为全部种的株数;Pr 为相对显著度,P 为某个种的断面积,∑P 为全部种的总断

面积; F_r 为相对频度, F 为某个种的频度, $\sum F$ 为全部种的总频度。

表 1 延安地区辽东栎林分标准地基本情况

Table 1 Characteristics of the experiment plots in the *Q. liaotungensis* forest in Yan'an area

标准地 Plot	面积 Area	地理位置 Latitude and longitude	海拔/m Elevation	坡向 Direction of slope	坡度/(°) Gradient
Q ₀	20 m×20 m	N36°25.862', E109°31.898'	1 354	N→E 80°	22.0
Q ₁	20 m×40 m	N36°25.400', E109°31.530'	1 353	N→E 35°	17.0
Q ₂	20 m×40 m	N36°25.862', E109°31.898'	1 287	N→E 10°	13.2
Q ₃	20 m×40 m	N36°25.862', E109°31.898'	1 266	N→E 50°	22.3
Q ₄	20 m×40 m	N36°25.862', E109°31.898'	1 395	N→E 55°	18.5

2.3 辽东栎次生林植物群落的垂直结构分析

根据国际林联(IUFRO)的林分垂直分层标准^[16],取每公顷面积上 100 株最高林木的树高平均值为林分的优势高,以优势高为依据将森林划分为 3 个垂直层次:上层(U)林木,树高 $\geq 2/3$ 优势高;中层(M)林木,树高介于 $1/3 \sim 2/3$ 优势高;下层(L)林木,树高 $\leq 1/3$ 优势高。

2.4 辽东栎次生林植物群落的水平结构分析

水平结构分析采用方差(V)均值(m)比(偏离系数)法^[15,17],如果 $V/m = 1$,则个体分布符合 Poisson 分布,是随机分布; $V/m > 1$,个体分布趋于集群分布; $V/m < 1$,个体分布趋于均匀分布。该值的显著性可用 t 检验,计算公式如下:

$$V = \left[\sum_{i=1}^N X^2 - \left(\sum_{i=1}^N X \right)^2 / N \right] / (N-1), m = \sum_{i=1}^N X_i / N.$$

式中: N 为小样方数, X_i 为第 i 样方内的个体数。实测预测的偏离程度可用 t 检验确定,然后以自由度 $N-1$ 和置信区间 95%查 t 表进行显著性检验。

3 结果与分析

3.1 延安地区辽东栎次生林植物群落的结构特征

3.1.1 种群组成 延安森林区辽东栎次生林出现的乔、灌植物有 21 种,其中辽东栎、小叶锦鸡儿

(*Caragana microphylla*) 和水栒子 (*C. multiflorus*) 分别占总株数的 26.01%, 23.56% 和 21.15%, 这 3 种植物占到林分总株数的 70.72%, 且在样方中出现的频度均在 92% 以上; 土庄绣线菊 (*Spiraea pubescens*)、山樱桃 (*Prunus tomentosa*) 和陕西荚蒾 (*Viburnum schensianum*) 分别占总株数的 6.97%, 4.54% 和 4.62%, 在样方中出现的频度分别为 57.15%, 50.00% 和 50.00%; 茶条槭 (*Acer ginnala*)、三裂槭 (*A. oliverianum*) 和山杏 (*P. armeniaca*) 出现的频度在 40% 左右。主要植物种的重要值大小依次排序为: 辽东栎 (41.57%) > 小叶锦鸡儿 (12.68%) > 水栒子 (11.58%) > 土庄绣线菊 (5.03%)、山杏 (4.95%) > 山樱桃 (3.93%)、陕西荚蒾 (3.91%) > 三裂槭 (2.92%)、茶条槭 (2.40%)、黄蔷薇 (*Rosa hugonis*) (2.36%) 和秋胡颓子 (*Elaeagnus umbellata*) (2.25%)。可见, 辽东栎在群落中占绝对优势, 也是乔木层的主体, 伴生的主要小乔木有山杏、三裂槭和茶条槭, 散生少量大果榆 (*Ulmus macrocarpa*)、杜梨 (*Pyrus betulaefolia*)、山楂 (*Crataegus pinnatifida*)、侧柏或北京丁香 (*Syringa pekinensis*); 灌木层主要以小叶锦鸡儿和水栒子占优势(表 2)。

表 2 延安地区辽东栎群落植物种群的重要值

Table 2 Importance values of species in the *Q. liaotungensis* forest in Yan'an area

植物种 Species	相对断面积 Relative area at breast height	相对频度 Relative frequency	相对密度 Relative density	重要值 Importance value
辽东栎 <i>Quercus liaotungensis</i>	84.87	13.82	26.01	41.57
山杏 <i>Armeniaca sibirica</i>	5.68	5.92	3.24	4.95
三裂槭 <i>Acer stenolobum</i>	1.64	5.43	1.70	2.92
茶条槭 <i>Acer ginnala</i>	0.32	5.92	0.97	2.40
大果榆 <i>Ulmus macrocarpa</i>	0.95	2.47	0.81	1.41
杜梨 <i>Pyrus betulaefolia</i>	1.34	2.43	0.57	1.45
侧柏 <i>Platyclusus orientalis</i>	0.39	0.97	0.16	0.51
山楂 <i>Arataegus pinnatifida</i>	0.06	1.45	0.32	0.61
北京丁香 <i>Syringa pekinensis</i>	0.04	0.48	0.08	0.20
水栒子 <i>Cotoneaster multiflorus</i>	1.21	13.32	21.15	11.58
小叶锦鸡儿 <i>Caragana microphylla</i>	1.64	12.83	23.56	12.68
土庄绣线菊 <i>Spiraea pubescens</i>	0.21	7.90	6.97	5.03

续表 2 Continued table 2

植物种 Species	相对断面积 Relative area at breast height	相对频度 Relative frequency	相对密度 Relative density	重要值 Importance value
山樱桃 <i>Prunus tomentosa</i>	0.36	6.91	4.54	3.93
陕西荚蒾 <i>Viburnum schensianum</i>	0.20	6.91	4.62	3.91
葱皮忍冬 <i>Lonicera ferdinandii</i>	0.24	2.96	0.89	1.36
紫丁香 <i>Syringe oblata</i>	0.16	2.43	0.65	1.08
桃叶卫矛 <i>Euonymus bungeanus</i>	0.54	1.97	0.49	1.00
黄蔷薇 <i>Rosa hugonis</i>	0.13	4.44	2.51	2.36
秋胡颓子 <i>Elaeagnus umbellata</i>	0.02	0.48	0.24	2.25
虎榛子 <i>Ostryopsis davidiana</i>	0.01	0.48	0.32	0.27
小檗 <i>Berberis amurensis</i>	0.00	0.48	0.08	0.19

3.1.2 垂直结构 由表 3 可知,延安地区辽东栎群落内具有 UML 型分布的植物种有辽东栎、山杏、三裂槭和杜梨,侧柏呈 UL 分布型,说明上层林木以辽东栎、山杏、三裂槭、杜梨和侧柏为主;具有 ML 分布型的植物有茶条槭、山樱桃、大果榆、山楂、小叶锦鸡

儿、水栒子、土庄绣线菊、陕西荚蒾、葱皮忍冬(*L. ferdinandii*)、紫丁香(*S. oblata*)、桃叶卫矛(*E. maackii*),北京丁香呈 M 型分布,表明中层林分由乔木、半乔木和部分灌木组成;下层林分除了以上乔木、灌木外,还有黄蔷薇、虎榛子等灌木。

表 3 延安地区辽东栎群落的水平结构和垂直结构

Table 3 Vertical and horizontal structure within the *Q. liaotungensis* community in Yan'an area

植物种 Species	频度/% Frequency	株数/% Individual number	分布型 Vertical distribution pattern	分布格局 Horizontal distribution pattern
辽东栎 <i>Q. liaotungensis</i>	100.00	26.01	UML	集群分布 CD
山杏 <i>A. sibirica</i>	42.86	3.24	UML	集群分布 CD
三裂槭 <i>A. stenolobum</i>	39.28	1.70	UML	集群分布 CD
杜梨 <i>P. betulaefolia</i>	17.58	0.56	UML	集群分布 CD
侧柏 <i>P. orientalis</i>	7.00	0.16	UL	随机分布 RD
大果榆 <i>U. macrocarpa</i>	17.85	0.81	ML	集群分布 CD
山楂 <i>A. pinatifida</i>	10.50	0.32	ML	随机分布 RD
茶条槭 <i>A. ginnala</i>	42.86	0.97	ML	集群分布 CD
北京丁香 <i>S. pekinensis</i>	3.50	0.08	M	随机分布 RD
水栒子 <i>C. multiflorus</i>	96.43	21.15	ML	集群分布 CD
小叶锦鸡儿 <i>C. microphylla</i>	92.86	23.56	ML	集群分布 CD
土庄绣线菊 <i>S. pubescens</i>	57.15	6.97	ML	集群分布 CD
山樱桃 <i>P. tomentosa</i>	50.00	4.54	ML	集群分布 CD
陕西荚蒾 <i>V. schensianum</i>	50.00	4.62	ML	集群分布 CD
葱皮忍冬 <i>L. ferdinandii</i>	21.40	0.89	ML	集群分布 CD
紫丁香 <i>S. oblata</i>	17.58	0.65	ML	集群分布 CD
桃叶卫矛 <i>E. bungeanus</i>	14.29	0.59	ML	随机分布 RD
黄蔷薇 <i>R. hugonis</i>	32.14	2.51	L	集群分布 CD
秋胡颓子 <i>E. umbellata</i>	3.50	0.24	L	集群分布 CD
虎榛子 <i>O. davidiana</i>	3.50	0.32	L	集群分布 CD
小檗 <i>B. amurensis</i>	3.50	0.08	L	随机分布 RD

注(note): CD. Contagious distribution; RD. Random distribution.

3.1.3 水平结构 由表 3 可知,在群落中出现的 21 种乔、灌木中,辽东栎、山杏、三裂槭、杜梨、大果榆、茶条槭、小叶锦鸡儿、土庄绣线菊、山樱桃、陕西荚蒾、葱皮忍冬、紫丁香、黄蔷薇、秋胡颓子、虎榛子和水栒子 16 种植物呈现集群分布,侧柏、北京丁香、山楂、桃叶卫矛和小檗(*B. amurensis*) 5 种植物种群为随机分布。辽东栎等种群呈现集群分布,反映了群落内生物环境和非生物环境的异质性,在一个植

物群落内部,在最有利于某种植物更新繁衍的地方,此植物竞争能力最强,才会完成种子萌发、幼苗生长和发育的过程,最后占据这些生态位。

3.1.4 不同标准地内植物群落的结构 从表 4 可知,各标准地内出现的主要乔、灌木植物种数为 12~16 种。标准地 Q_0 内主要乔、灌木植物有 12 种,其中辽东栎植株数占 27.27%,辅佐乔木山杏占 18.18%,林下灌木小叶锦鸡儿和水栒子占 27.27%;

标准地 Q_1 内主要乔木和灌木有 14 种,与标准地 Q_0 共有植物 7 种,辽东栎占 36.42%,小叶锦鸡儿和水栒子占 39.11%;标准地 $Q_2 \sim Q_4$ 内植物群落的种群结构差异也较大。可见,同为辽东栎顶极群落,群落

结构虽然相似,但绝非完全相同,所以植物群落内植物种间并非“有机体”关系,种类组成与群落演替的时间、起始群落的物种构成、优势种群的分布格局和状态密切相关。

表 4 延安地区辽东栎次生林各标准地内植物群落的基本特征

Table 4 Basic characteristics of five plots in the *Q. liaotungensis* community in Yan'an area

标准地 Plot	乔、灌木种数 Number of Species	总株数 Number of plants	优势种(辽东栎)		Dominance species		主要伴生种 (以所占比例从大到小排序) Other important species in plots (listed in order of declining occurrence)
			株数 Number of <i>Quercus</i> trees	比例/% Percent	平均株高/m Average height of tree	平均胸径/cm Average diam. of <i>Quercus</i> trees	
Q_0	12	99	27	27.27	6.77	11.69	山杏(18.18%),小叶锦鸡儿(14.14%),水栒子(13.13%),大果榆,紫丁香 <i>A. sibirica</i> (18.18%), <i>C. microphylla</i> (14.14%), <i>C. multiflorus</i> (13.13%), <i>U. macrocarpa</i> , <i>S. oblate</i>
Q_1	14	355	122	36.42	6.04	8.81	水栒子(28.66%),小叶锦鸡儿(10.45%),陕西荚蒾(7.46%),山樱桃,三裂槭 <i>C. multiflorus</i> (28.66%), <i>C. microphylla</i> (10.45%), <i>V. schensianum</i> (7.46%), <i>P. tomentosa</i> , <i>A. stenolobum</i>
Q_2	12	228	78	34.21	7.73	11.48	水栒子(23.68%),小叶锦鸡儿(20.18%),土庄绣线菊(10.53%),山樱桃,三裂槭 <i>C. multiflorus</i> (23.68%), <i>C. microphylla</i> (20.18%), <i>S. pubescens</i> (10.53%), <i>P. tomentosa</i> , <i>A. stenolobum</i>
Q_3	13	348	117	33.62	6.25	7.9	水栒子(23.28%),小叶锦鸡儿(12.07%),土庄绣线菊(11.49%),山樱桃,三裂槭 <i>C. multiflorus</i> (23.28%), <i>C. microphylla</i> (12.07%), <i>S. pubescens</i> (11.49%), <i>P. tomentosa</i> , <i>A. stenolobum</i>
Q_4	16	559	100	17.89	6.74	9.67	小叶锦鸡儿(32.56%),水栒子(21.47%),陕西荚蒾(8.23%),山樱桃,山杏 <i>C. microphylla</i> (32.56%), <i>C. multiflorus</i> (21.47%), <i>V. schensianum</i> (8.23%), <i>P. tomentosa</i> , <i>A. sibirica</i>

3.2 延安地区辽东栎种群的特征

3.2.1 水平分布格局 标准地 $Q_0 \sim Q_2$ 和 Q_4 (Q_3 的数据在此未计入)中共有辽东栎种群供试样方 28 个,累计辽东栎个体 322 株,根据方差均值比法计算如下:样方平均株数 $m = \sum X/N = 322/28 = 11.5$, 方差 $V = [\sum X^2 - (\sum X)^2/N]/(N-1) = [4\ 202 - 3\ 703]/27 = 18.481\ 5$; $V/m = 18.407/11.5 = 1.607 > 1$,说明辽东栎趋于集群分布,标准误差 $S = (2/27)^{1/2} = 0.272\ 165$, $T = (1.607 - 1)/0.272\ 165 = 2.230\ 26$,自由度 27, $P_{0.05} = 2.052$ 。 $T > P$ 。由此可

见,辽东栎种群分布显著偏离 Poisson 分布,其个体在所研究的群落中呈现集群分布。在环境条件非均质的条件下,植物种通过集群分布适应环境,并提高与其他植物种的竞争能力。

3.2.2 树高(Y)-胸径(X)生长曲线 辽东栎种群树高-胸径相关分析结果(表 5)表明,相关系数 $R > 0.9$,则树高和胸径呈现幂次关系。若舍去数据分布较分散的最大胸径所对应的一组数据(图 1),拟合后树高与胸径的最优关系为: $Y = 1.746\ 3X^{0.629\ 9}$, $R = 0.921\ 9$ (图 2)。

表 5 延安地区辽东栎种群树高-胸径的相关分析

Table 5 Correlation analysis between tree height and diameter of *Q. liaotungensis* in Yan'an area

模型序号 Number of mathematic model	相关关系 Equation	相关系数(R) Correlative coefficient	胸径/cm DBH
1	$Y = 1.757\ 6X^{0.626\ 5}$	0.921 9	
2	$Y = -0.017\ 1X^2 + 0.832\ 5X + 1.178\ 5$	0.889 6	
3	$Y = 3.635\ 5\ln(X) - 0.337\ 1$	0.879 6	1~28
4	$Y = 3.471\ 3e^{0.064\ 4 X}$	0.805 4	
5	$Y = 1.746\ 3X^{0.629\ 9}$	0.922 5	
6	$Y = -0.024\ 6X^2 + 0.994X + 0.522\ 9$	0.898 6	1~40

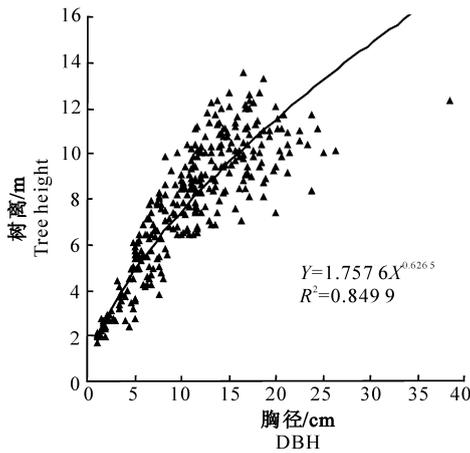


图 1 延安地区辽东栎种群的树高-胸径曲线

Fig. 1 Correlation analysis between tree height and DBH of *Q. liaotungensis* in Yan'an area

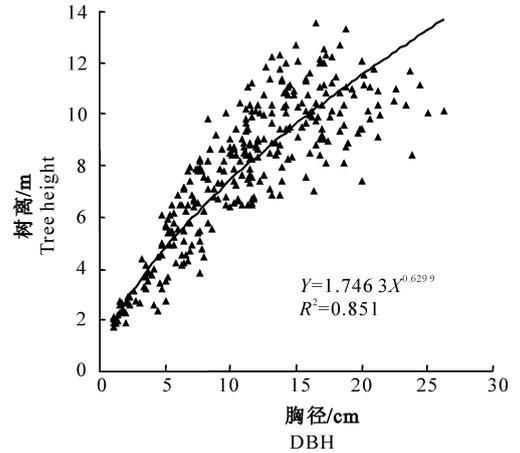


图 2 舍去最大胸径对应的一组数据后延安地区辽东栎种群树高-胸径曲线

Fig. 2 After casting out a group of data that the maximum DBH correspond, correlation analysis between tree height and DBH of *Q. liaotungensis* in Yan'an area

3.2.3 胸径和树高的组成 图 3 显示,辽东栎种群个体数随胸径的增加呈现双峰状态,双峰分别出现在胸径 5~7 和 11~13 cm 处,胸径 1~9 cm 的植株占总株数的 37.2%,胸径 9~17 cm 的植株占 46.7%,胸径大于 17 cm 的株数占 16.1%。辽东栎种群个体数随树高的增加呈现偏正态分布,树高 1~14 m 的植株均有,其中以 8~11 m 高的个体数最

多。从树高和胸径分布状况看,辽东栎次生林林内既无大径木、也无腐朽木,说明林分受到一定的人为干扰,但人为干扰较小,各种高度或胸径径阶的植株个体均有存在,充分体现了次生异龄林的特点,特别是小径木对维持林分的稳定性和持续性具有重要意义。

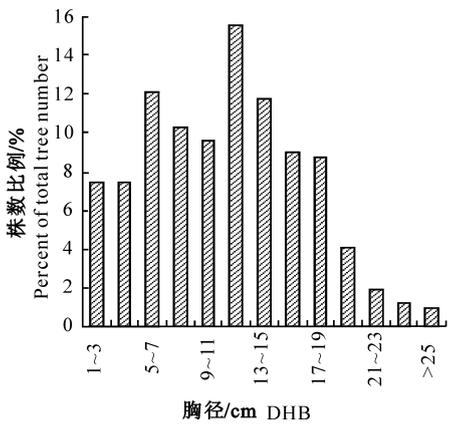


图 3 延安地区辽东栎种群的胸径分布状况

Fig. 3 Diameter at breast height class distributions of *Q. liaotungensis* in Yan'an area

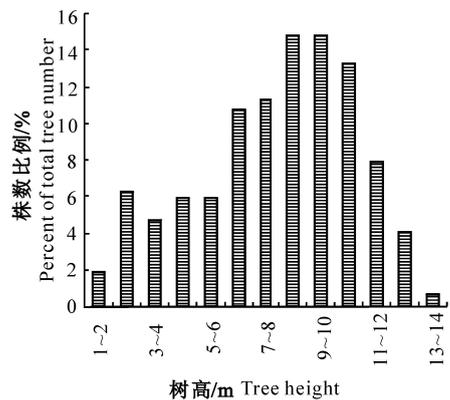


图 4 延安地区辽东栎种群的树高分布状况

Fig. 4 Tree height class distributions of *Q. liaotungensis* in Yan'an area

4 讨论

对于复层乔木林,按照乔、灌、草分层分析各层物种的重要值^[10,18-19],从中可以看出各物种在不同层次中的地位,但对于在乔木层中重要值较小、而在灌木层中重要值较大的物种在群落中的相对重要性认识不清。本研究采用相同的公式,计算辽东栎群

落乔、灌木物种的重要值,揭示了灌木小叶锦鸡儿和水栒子在群落中相对于山杏、三裂槭等乔木更为重要的群落特征。

辽东栎在群落中有重要地位,而主要灌木小叶锦鸡儿和水栒子在各个标准地中的株数比例差别很大。可见,辽东栎群落结构虽然相似,但绝非完全相同,所以,群落内种间并非“有机体”关系,种类组成

与群落演替的时间、起始群落的物种构成、优势种群的分布格局和状态密切相关,反映了群落组成的相似性与异质性并存的特征。以物种的联结性或相关性所表达的群落内种间的亲和性分析,可进一步研究辽东栎群落内的种间关系,深入认识群落的结构和功能,为植被的经营管理、恢复和多样性保护提供理论依据。

5 结 论

1) 辽东栎在群落中占绝对优势,也是乔木层的主体,伴生的乔木有山杏、三裂槭和茶条槭,或散生少量大果榆、杜梨、山楂、侧柏和北京丁香;灌木层主要以小叶锦鸡儿和水栒子占优势;整个群落中,辽东栎重要值最大,其次是小叶锦鸡儿和水栒子。天然次生辽东栎群落物种组成丰富,垂直分层明显,种群以集群分布为主,反映了群落内各种种群对环境非均质性的选择和适应及次生异龄复杂的结构特点,表明辽东栎群落是稳定和可持续发展的。

2) 群落内辽东栎、山杏、三裂槭和杜梨垂直分布呈现 UML 型,侧柏呈现 UL 分布型,即上层林木以辽东栎、山杏、三裂槭、杜梨和侧柏为主;具有 ML 型分布的植物有茶条槭、山樱桃、大果榆、山楂、小叶锦鸡儿、水栒子、土庄绣线菊、葱皮忍冬、紫丁香和桃叶卫矛;北京丁香呈现 M 型分布。在群落中出现的 21 种乔、灌木中,有 16 种呈现集群分布,5 种为随机分布。

3) 辽东栎种群胸径与高度呈现幂次关系, $Y = 1.7463X^{0.6299}$,种群个体数随胸径增加呈现双峰状态,随树高增加呈现偏正态分布,小径木(胸径 1~9 cm)占总株数的 37.2%,对维持林分的稳定性和持续性具有重要意义。

[参考文献]

- [1] 许新桥. 近自然林业理论概述 [J]. 世界林业研究, 2006, 19(1):10-13.
Xu X Q. Survey on theory of nature-approximate forestry [J]. World Forestry Research, 2006, 19(1):10-13. (in Chinese)
- [2] 陆元昌, 甘敬. 21 世纪的森林经理发展动态 [J]. 世界林业研究, 2002, 15(1):1-11.
Lu Y C, Gan J. Development of forest management in the 21st century [J]. World Forestry Research, 2002, 15(1):1-11. (in Chinese)
- [3] 黄志强. 从景观异质性分析近自然森林经营 [J]. 世界林业研究, 2004, 17(5):9-12.
Huang Z Q. Analysis of nature-approximation forest manage-

ment with landscape heterogeneity theory [J]. World Forestry Research, 2004, 17(5):9-12. (in Chinese)

- [4] 郝云庆, 王金锡, 王启和, 等. 柳杉纯林改造后林分空间结构变化预测 [J]. 林业科学, 2006, 142(8):9-14.
Hao Y Q, Wang J X, Wang Q H, et al. Preview of spatial structure of *Cryptomeria fortunei* plantation after stand improvement [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2006, 142(8):9-14. (in Chinese)
- [5] 惠刚盈, 徐海, 胡艳波. 林木最近距离分布预测模型的研究 [J]. 北京林业大学学报, 2006, 28(5):18-22.
Hui G Y, Xu H, Hu Y B. Model for forecasting the distribution of the minimum tree-to-tree distances [J]. Journal of Beijing Forestry University, 2006, 28(5):18-22. (in Chinese)
- [6] 梁一民, 陈云明. 论黄土高原造林的适地适树与适地适林 [J]. 水土保持通报, 2004, 24(3):70-72.
Liang Y M, Chen Y M. A discussion on trees and forest suitability to sites on the Loess Plateau [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2004, 24(3):70-72. (in Chinese)
- [7] 康永祥, 岳军伟, 张巧明. 黄龙山林区辽东栎群落类型划分及其生物多样性研究 [J]. 西北林学院学报, 2007, 22(3):7-10.
Kang Y X, Yue J W, Zhang Q M. Classification of *Quercus liaotungensis* communities and biodiversity in the Huanglong Mountain [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2007, 22(3):7-10. (in Chinese)
- [8] 高贤明, 陈灵芝. 北京山区辽东栎(*Quercus liaotungensis*)群落物种多样性的研究 [J]. 植物生态学报, 1998, 22(1):23-32.
Gao X M, Chen L Z. Studies on the species diversity of *Quercus liaotungensis* communities in Beijing mountains [J]. Acta Phytocologica Sinica, 1998, 22(1):23-32. (in Chinese)
- [9] 秦娟, 王凯博, 上官周平. 子午岭林区山杨林、辽东栎林及其混交林植物多样性的变化 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2007, 35(5):131-140.
Qin J, Wang K B, Shangguan Z P. Change of plant diversity of *Populus davidiana*, *Quercus liaotungensis* and their mixed forest in Ziwuling area of Loess Plateau [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2007, 35(5):131-140. (in Chinese)
- [10] 茹文明, 张金屯, 张峰, 等. 历山森林群落物种多样性与群落结构研究 [J]. 应用生态学报, 2006, 17(4):561-566.
Ru W M, Zhang J T, Zhang F, et al. Species diversity and community structure of forest communities in Lishan mountain [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2006, 17(4):561-566. (in Chinese)
- [11] 张文辉, 赵则海, 孙海芹, 等. 东灵山辽东栎林优势林木种群直径结构的研究 [J]. 植物研究, 2002, 22(1):84-90.
Zhang W H, Zhao Z H, Sun H Q, et al. Study on population diameter structures of tree and shrub dominant plants in *Quercus liaotungensis* forest in Dongling mountain in Beijing [J]. Bulletin of Botanical Research, 2002, 22(1):84-90. (in Chinese)