

陕北黄土高原辽东栎 (*Quercus liaotungensis*) 群落类型划分及其生态位特征

康永祥¹, 康博文^{1,*}, 岳军伟¹, 梁宗锁², 雷瑞德¹

(1. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100 ; 2. 西北农林科技大学 生命学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要 根据陕北黄龙林区辽东栎群落 30 个样地资料,通过聚类对该群落进行了类型划分,共划分为 6 个群丛,分别为 A. 辽东栎 (*Quercus liaotungensis*)-土庄绣线菊 (*Spiraea pubescens*)、B. 辽东栎-虎榛子 (*Ostryopsis davidiana*)、C. 辽东栎-胡枝子 (*Lespedeza bicolor*)、D. 辽东栎-水栒子 (*Cotoneaster multiflorus*)、E. 辽东栎-白刺花 (*Sophora viciifolia*)、F. 辽东栎-黄蔷薇 (*Rosa hugonis*)。另外,对各类型辽东栎林和不同坡向辽东栎群落的生物多样性进行了计算,结果表明各群落 Whittaker 多样性指数存在明显的差异,并与其所处的生境条件密切相关,其中与坡向关系较大,即北坡 > 西北坡 > 东南坡 > 西南坡 > 南坡。最后,对辽东栎林乔木层和灌木层组成种类生态位和生态位重叠进行了计算分析,结果表明,乔木层,辽东栎、油松、白桦不仅生态位宽度较大 (B 值 1.2 ~ 1.5),而且三者之间的生态位重叠值也较大 (O_{jk} 值 0.7 ~ 0.9) 在现演替阶段它们之间存在着较为激烈的资源利用性竞争 灌木层,土庄绣线菊、榛子、铁杆蒿、黄蔷薇生态位宽度较大 (B > 1),而葱皮忍冬、南蛇藤、鼠李、鞘柄菝葜较小 (B 为 0.4 ~ 0.45) 生态位重叠值 > 0.8 的种对仅占灌木计算种对的 2.8%,而 < 0.6 的种对占 87.4%。

关键词 辽东栎 群落分类 生态位 生态位重叠

文章编号 1000-0933 (2007) 10-4096-10 **中图分类号** Q145, Q148, Q948, S718 **文献标识码** A

The classification of *Quercus liaotungensis* communities and their niche in Loess Plateau of North Shaanxi

KANG Yong-Xiang¹, KANG Bo-Wen^{1,*}, YUE Jun-Wei¹, LIANG Zong-Suo², LEI Rui-De¹

1 College of Forestry, Northwest A&F University ;
2 College of Life Science, Northwest A&F University, Shaanxi, Yangling 712100, China

Acta Ecologica Sinica, 2007, 27 (10) 4096 ~ 4105.

Abstract : Based on data of 30 plots from Huanglong Mts. in Northern Shaanxi, *Quercus liaotungensis* communities (QLC) were classified into six associations by clustering method, namely A. *Quercus liaotungensis*-*Spiraea pubescens* ; B. *Q. liaotungensis*-*Ostryopsis davidiana* ; C. *Q. liaotungensis*-*Lespedeza bicolor* ; D. *Q. liaotungensis*-*Cotoneaster multiflorus* ; E. *Q. liaotungensis*-*Sophora viciifolia* ; F. *Q. liaotungensis*-*Rosa hugonis*. Additionally, calculation of the species diversity of different QLC and QLC on different slopes indicates that Whittaker diversity indices differentiate obviously among communities and relate closely with their habitats, especially the slope exposure, N > NW > ES > WS > S. Calculation and analysis of niche breadth and niche overlaps of the species in arbor and shrub layers of QLC show that in arbor layer,

基金项目 国家十一五科技支撑计划专题资助项目 (2006BAD03A0205) 中国科学院知识创新资助项目 (KZCX2-X132)

收稿日期 2007-01-26 ; **修订日期** 2007-08-06

作者简介 康永祥 (1963 ~), 男, 陕西乾县人, 博士生, 副教授, 主要从事森林植物学和生物多样性研究. E-mail : kangchenj@yahoo.com.cn

* **通讯作者** Corresponding author. E-mail : bowenkang@yahoo.com.cn

Foundation item : The project was financially supported by Project of Eleventh Five-year Plan of National Sci-tech Supporting, China (No. 2006BAD03A0205) ; Project of knowledge innovation from Chinese Academy of Sciences (No. KZCX2-X132)

Received date 2007-01-26 ; **Accepted date** 2007-08-06

Biography KANG Yong-Xiang, Ph. D. candidate, Associate professor, mainly engaged in forest botany and bio-diversity. E-mail : kangchenj@yahoo.com.cn

Quercus liaotungensis, *Pinus tabulaeformis* and *Betula platyphylla* are not only bigger in niche breadth ($B\ 1.2-1.5$) but also are greater in niche overlap ($O_{ik}\ 0.7-0.9$), and that strong competition exist among them in current succession stage; in shrub layer, the niche breadths of *Spiraea pubescens*, *Corylus heterophylla*, *Asteris sacrorum*, *Rosa hugonis* are bigger ($B>1$) than others, but that of *Lonicera ferdinandii*, *Celastrus orbiculatus*, *Rhamnus davurica*, *Smilax stans* is smaller ($B\ 0.4-0.45$). The species pairs with $O_{ik}>0.8$ account for only 2.8% of all shrub species pairs, but those pairs with $O_{ik}>0.6$ take up 87.4%.

Key Words: *Quercus liaotungensis*; community classification; niche; niche overlap

生态位理论 (niche theory) 是理解群落结构和功能、种间关系和种群适应性等方面的重要理论和方法^[1], 在探索群落演替与动态、生物多样性及其形成机制等方面具有重要意义^[1,2]。近年来,我国学者不仅对植物群落种群生态位进行了较为广泛的研究^[3~10],还运用该理论对森林群落种群地位与关系^[1~6],结构、功能与演替特征^[7,8],物种多样性及其维持机理^[9]等进行了分析,肯定了该理论在解释自然群落结构上的中心地位,和“生态位宽度”、“生态位重叠”在分析、比较不同植物环境适应性及其之间关系上的特殊作用^[10]。

辽东栎 (*Quercus liaotungensis*) 林是暖温带落叶阔叶林北部地区分布较广的森林植物群落,属地带性植被类型,主要分布于辽东半岛北部丘陵地区,河北北部和西部山地,山西恒山以南的山地,陕西和甘肃黄土高原以及秦岭山地^[11],是陕北黄土高原森林区地带性顶极群落之一,在维持生态环境、国土安全方面发挥着重要作用。多年来,不少学者在辽东栎群落组成与结构、物种多样性、群落动态、群落演替等方面进行了卓有成效的研究^[12~14],但对辽东栎林群落采用数量分类方法进行类型划分,以及利用生态位理论比较、分析种群关系尚不多见。因此,本文试图在大量样地调查的基础上,采用数量分类和生态位理论的方法,划分辽东栎林群落类型,分析其生物多样性的变化规律及构成群落各层主要种群的生态位关系,以揭示辽东栎林群落的结构和空间分异特征,为黄土高原区制定有效植被恢复措施提供依据。

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于陕北黄龙山林区,该区地理坐标为 $E109^{\circ}38'49''\sim110^{\circ}12'47''$ 和 $N35^{\circ}28'46''\sim36^{\circ}02'01''$,属黄土高原南缘土石山区,山脉走向由西北到东南,海拔 643.75~1783.5 m。气候属大陆性暖温带半湿润气候类型,四季分明,雨热同期,温差较大。年平均气温 8.6℃,年最高气温 36.7℃,最低气温 -23.7℃,无霜期 126~183 d,年均降水量 600~700 mm,年均日照 2370 h,无霜期 175 d。土壤以灰褐色森林土为主。

该区地带性森林植被为暖温带落叶阔叶林,但由于长期受人为干扰,低海拔区多农田或次生荒地,次生森林植被主要分布在海拔 900 m 以上。由于环境的异质性 (土壤水分),森林郁闭度和群落组成差异明显,阴坡、半阴坡郁闭度为 0.65~0.8,阳坡、半阳坡为 0.5~0.6。该区的主要森林植物种类有辽东栎、油松 (*Pinus tabulaeformis*)、白桦 (*Betula platyphylla*)、茶条槭 (*Acer ginnala*)、虎榛子 (*Ostryopsis davidiana*)、水栒子 (*Cotoneaster multiflorus*)、胡枝子 (*Lespedeza bicolor*)、南蛇藤 (*Celastrus orbiculatus*)、华北五味子 (*Schisandra sphenanthera*) 等。

1.2 研究方法

1.2.1 取样

采用样地法按立地因子、林分因子、人为干扰等差异,布设乔木样地 30 个,乔木样地大小为 $20\times20\text{ m}^2$ 。在样地内,调查乔木层郁闭度、种类组成、数量 (多度),对 $DBH\geq3\text{ cm}$ 的乔木树种进行每木检尺,分别测其冠幅、高度、胸径。在同一样地内按照对角线法布设 5 个 $4\times4\text{ m}^2$ 灌木样方,分种类计测灌木的种类、盖度、多度和高度,共调查灌木样方 150 个;在灌木样方对角向外扩展设置 $1\times1\text{ m}^2$ 草本样方 2 个,按种类分别调查草本层的种类、盖度、多度 (株、丛数),每样地共设草本样方 10 个,共调查 300 个草本样方。

1.2.2 森林群落类型划分

利用 SPSS 软件,采用组间连接法 (between-groups linkage),以群落中各种群重要值为指标,按欧氏距离 (Euclidean distances) 划分群落类型 [5] :

欧氏距离 d

$$d = \sqrt{\sum_i (x_i - y_i)^2}$$

其中, x_i 为样地 x 中第 i 个种的重要值, y_i 为样地 y 中第 i 个种的重要值。

重要值 IV

$$IV = (\text{相对密度} + \text{相对盖度} + \text{相对频度}) \times 100/3$$

1.2.3 群落多样性测定

采用重要值作为多样性指数的测度指标,以避免用个体数量作为多样性测度指标时,由于不同种类植物个体大小差异悬殊而可能带来的较大误差,Whittaker 多样性指数 [6] :

$$D = \frac{S}{\ln P_i - \ln P_s}$$

式中, D 为多样性指数, S 为一定面积内的物种数, P_i 为最小的重要值, P_s 为最大重要值。

1.2.4 种群生态位测定

包括生态位宽度和生态位重叠。以物种重要值为指标进行计算。

(i) 生态位宽度

Shannon-Wiener 指数 [7]

$$B_i = - \sum_{j=1}^r P_{ij} \log P_{ij}$$

式中, B_i 为种 i 的生态位宽度, P_{ij} 为种 i 对第 j 个资源的利用占其对全部资源利用的频度,即 $P_{ij} = n_{ij}/N_i$, 而 $N_i = \sum_{j=1}^r n_{ij}$, n_{ij} 为种 i 在资源 j 上的优势度 (本文为物种重要值), r 为资源等级数, $B_i \in [0, \log r]$ 。

Hurlbert 生态位宽度 [8]

$$Ba = \frac{B_i - 1}{r - 1}$$

式中 Ba 为种 i 生态位宽度, $B_i = 1/\sum_{j=1}^r P_{ij}^2$, P_{ij} 和 r 的含义同上式, $Ba \in [0, 1]$ 。

(ii) 生态位重叠

简化的 Morisita 指数 [7]

$$O_{ik} = \frac{2 \sum_{j=1}^r p_{ij} p_{kj}}{\sum_{j=1}^r p_{ij}^2 + \sum_{j=1}^r p_{kj}^2}$$

式中, O_{ik} 是种 i 的资源利用曲线与种 k 的资源利用曲线的重叠指数, p_{ij} 和 p_{kj} 是种 i 和种 k 对第 j 个资源的利用占其对全部资源利用的频度,即 $p_{ij} = n_{ij}/N_i$, $p_{kj} = n_{kj}/N_k$ 。

2 结果与分析

2.1 辽东栎森林群落类型划分

聚类分析结果表明 (图 1), 陕北黄土高原辽东栎林群落分为 6 个群丛:

(i) 辽东栎-土庄绣线菊 (*Spiraea pubescens*) 群丛 A, 样地 15 ~ 19), 分布在海拔 1390 ~ 1450 m 的南坡和东南坡, 上坡位, 植物种类组成主要有辽东栎、油松, 土庄绣线菊, 榛子 (*Corylus heterophylla*) 等。

(ii) 辽东栎-虎榛子 (*Ostryopsis davidiana*) 群丛 B, 样地 1 ~ 7 和 20、21), 分布在海拔 1380 ~ 1460 m 的西北坡, 主要种类有辽东栎、油松、白桦 (*Betula platyphylla*), 虎榛子、沙棘 (*Hippophae rhamnoides*)、榛子等。

(iii) 辽东栎-胡枝子 (*Lespedeza bicolor*) 群丛 C, 样地 8 ~ 14 和 22、23), 分布在海拔 1300 ~ 1360 m 的北坡和东北坡, 位于坡的中下位。以辽东栎纯林为主, 混有少量的白桦, 灌木有胡枝子、连翘、鞑柄拔葵 (*Smilax stans*)、榛子等。

(iv) 辽东栎-水栒子 (*Cotoneaster multiflorus*) 群丛 D, 样地 24), 分布在海拔 1400 m 左右的北坡, 位于土石

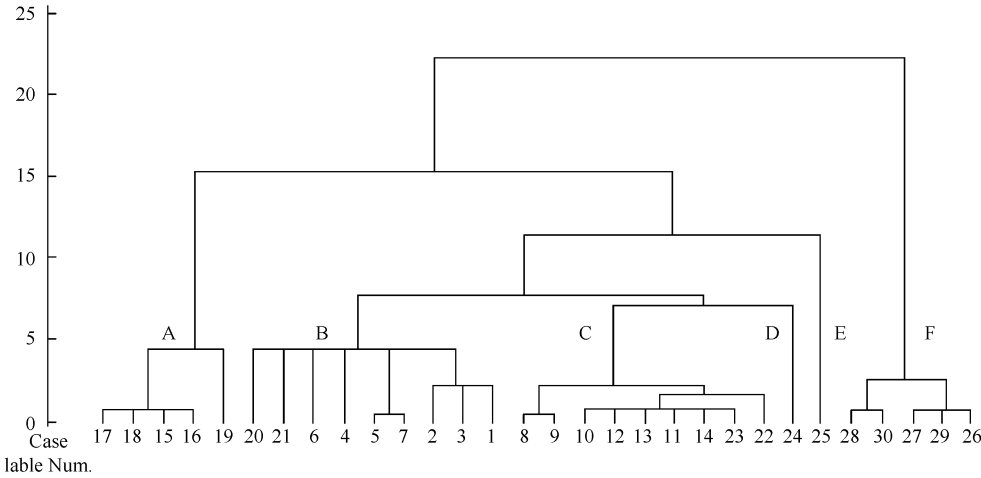


图 1 不同样地植物群落的聚类分析树系图

Fig. 1 Cluster dendrogram of plant community of different plots

山地的下坡位,乔木层郁闭度可达 0.8,灌木层盖度 0.6,层间植物也较为发达。主要种类为辽东栎、油松、白桦、茶条槭,水栒子、榛子、冻绿 (*Rhamnus utilis*),层间植物有南蛇藤、北五味子等。

§) 辽东栎-白刺花 (*Sophora viciifolia*) 群丛 (E,样地 25),分布在海拔 1400 m 的西南坡,分布于中上坡位,郁闭度为 0.5 ~ 0.6。主要种类为辽东栎,并混有少量的侧柏和杜梨,主要灌木种类有白刺花、北京丁香 (*Syringa pekinensis*)、山桃、虎榛子、铁杆蒿等。

6) 辽东栎-黄蔷薇 (*Rosa hugonis*) 群丛 (F,样地 26 ~ 30),分布在海拔 1290 ~ 1320 m 的东南和西南坡,主要种类组成有辽东栎、油松,黄蔷薇、卫矛 (*Euonimus alatus*)、虎榛子 (*Ostryopsis davidiana*)、达乌里胡枝子 (*Lespedeza dahurica*) 等。

不同类型辽东栎森林群落,林下草本植物均以披针叶苔草 (*Carex lanceolata*) 为优势种,在辽东栎森林群落类型划分中没有实际意义。另外,从各群落类型分布的生态环境来看,其分布主要受坡向和坡位的影响,海拔对其影响不大。

2.2 各类型辽东栎林群落植物种类多样性

不同类型辽东栎林群落乔木层、灌木层的物种多样性 Whittaker 指数值如表 1 所示。从表 1 可以看出,乔木层植物种类多样性辽东栎-水栒子群丛最高,为 4.628,辽东栎-白刺花最低,为 2.558,其它从高到低依次是辽东栎-虎榛子、辽东栎-胡枝子、辽东栎-土庄绣线菊和辽东栎-黄蔷薇群丛。灌木层植物种类 Whittaker 多样性指数值介于 5.523 ~ 8.002 之间,各群丛之间多样性指数值排列顺序与乔木层完全一致。也就是说不同类型辽东栎林乔木层植物物种多样性指数高者,灌木层物种多样性指数也高。

表 1 不同辽东栎群落类型的物种多样性指数

Table 1 Species diversity indices of different *Quercus liaotungensis* communities

层次 Storey	群落类型 Communities					
	A	B	C	D	E	F
乔木 Arbor	3.341	4.417	3.704	4.628	2.558	3.101
灌木 Shrub	6.256	7.204	6.465	8.002	5.523	5.948

另外,不论是乔木层还是灌木层,不同坡向上的 Whittaker 多样性指数值也有差异 (表 2),北坡 > 西北坡 > 东南坡 > 西南坡 > 南坡。究其原因和植物群落类型分异一样,在于生境条件差异。在相对高差较小的陕北黄土高原地区,影响局部中小地形植物群落组成和物种多样性的主导因素不再是海拔高度 (降水和空气温度),而是土壤水分的平衡状况 [9],土壤水分不足成为制约植物生长和物种多样性发展的关键环境因子。在

本区,阴坡土壤含水量高于阳坡,有利于植物生存和繁衍。

表 2 不同坡向辽东栎群落类型的物种多样性指数

Table 2 Species diversity indices of different <i>Quercus liaotungensis</i> communities at different slopes					
层次 Storey	坡 向 Slope exposures				
	S	SE	SW	WN	N
乔木 Arbor	2.031	3.125	2.894	3.685	4.157
灌木 Shrub	4.380	5.263	4.985	5.365	7.024

2.3 乔木种群的生态位宽度与生态位重叠

生态位宽度既是衡量物种对环境资源利用状况的尺度,也反映种群在群落中的地位和它们的分布均匀程度,其大小与物种的生态学、生物学特性有关^[1]。

陕北黄土高原辽东栎林群落 14 种主要乔木树种生态位宽度如表 3 所示,可以看出 *LB* 指数和 *HB* 指数反映不同树种生态位宽度的结果基本一致;*LB* 指数为 0.296 ~ 1.461, *HB* 指数为 0.130 ~ 0.958,均是辽东栎最高,山杨最低;另外,白桦和油松生态位宽度较大仅次于辽东栎,其 *LB* 和 *HB* 值分别为 1.413、1.259 和 0.849、0.641;小叶杨的生态位宽度则较小,其 *LB* 和 *HB* 值分别为 0.446 和 0.150,这与乔木树种分布的实际情况相符。在本区,辽东栎、白桦、油松是该区乔木层的主要优势种,生态幅较大,数量多,分布广,对环境资源的利用能力较强,故其生态位宽度较大,在创造群落内部环境中起重要作用。而山杨和小叶杨则分布于两个极端生境,山杨是由灌丛向乔木林演化的先锋树种,主要生长在森林环境尚未形成的时期或生境条件较差的上坡位和山梁,小叶杨则分布在水分条件较好、土层较厚的沟道两边或人为干扰严重的下坡位。

乔木树种生态位重叠值见表 4,可以看出,虽然辽东栎与白桦的生态位重叠最大 (0.87),油松与白桦、油松与辽东栎之间的生态位重叠值次之,分别为 0.73 和 0.72,但生态位宽度最大的 3 个优势种辽东栎、油松和白桦之间的生态位重叠依然不是很高,属中度重叠^[1],它们之间存在一定的竞争,这与实际一致。辽东栎、油

表 3 主要乔木树种种群生态位宽度

Table 3 Niche breadth of main arbor populations			
SN	种名 Species	LB	HB
1	辽东栎 <i>Quercus liaotungensis</i>	1.461	0.958
2	油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>	1.259	0.641
3	白桦 <i>Betula platyphylla</i>	1.413	0.849
4	山桃 <i>Prunus davidina</i>	0.899	0.291
5	漆树 <i>Toxicodendron verniciflnum</i>	0.480	0.268
6	山杨 <i>Populus davidiana</i>	0.296	0.130
7	小叶朴 <i>Celtis bungeana</i>	0.755	0.385
8	杜梨 <i>Pyrus betulaefolia</i>	0.966	0.233
9	茶条槭 <i>Acer ginnala</i>	0.720	0.266
10	山杏 <i>Armeniaca sibirica</i>	0.522	0.134
11	毛樱桃 <i>Prunus tomentosa</i>	0.523	0.266
12	毛棘木 <i>Cornus walteri</i>	0.668	0.328
13	甘肃山楂 <i>Crataegus ansuensis</i>	0.796	0.375
14	小叶杨 <i>Populus simonii</i>	0.446	0.150

表 4 主要乔木树种生态位重叠

Table 4 Niche overlap of main arbor species													
SN *	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0.72	0.87	0.57	0.12	0.47	0.24	0.33	0.45	0.2	0.24	0.13	0.26	0.17
2		0.73	0.18	0.15	0.36	0.22	0.26	0.23	0.31	0.38	0.1	0.3	0.09
3			0.56	0.1	0.26	0.17	0.31	0.32	0.2	0.04	0.09	0.28	0.24
4				0.19	0.24	0.27	0.19	0	0.17	0.43	0.34	0.07	0.31
5					0.15	0	0.16	0.14	0	0.15	0.26	0.18	0.03
6						0.42	0.11	0.47	0.03	0.08	0.14	0.05	0.13
7							0.09	0.47	0	0	0.09	0	0.02
8								0.68	0.09	0	0	0.12	0
9									0.06	0.02	0.06	0.04	0.21
10										0	0.21	0.23	0.08
11											0.07	0.11	0.06
12												0	0.15
13													0.07

* SN as table 3

松分别为中生和旱中生,是本区地带性森林植被的优势树种,白桦是本区地带性植被破坏后由灌木林群落向乔木林群落演替时出现的先锋树种。近 20a 来该区封山育林后森林群落处于正向演替,森林环境发生着较大的变化,白桦正在被辽东栎或油松所替代,只有在局部区域出现,呈镶嵌状分布,因此尽管它们生态宽度较大,但生态位重叠却不十分大,符合生态位重叠理论,即生态位重叠的种群要么有相近的生态特性而长期竞争,要么对生境因子有互补性的要求而长期共存^[10]。

另外,表 4 可以看出,辽东栎、油松、白桦等生态位宽度较大的优势种与其它生态位宽度较小的树种之间以及生态位宽度较小树种之间的生态位重叠普遍较小,属低度重叠,其中有 11 个种对的生态位重叠值为 0, 占有树种对的 12.1%。这一结果一方面说明本区辽东栎林群落结构的复杂性和资源环境的多样性,另一方面说明,由于种群间长期的竞争和适应,有些物种生态位明显趋于特化^[1]。

2.4 灌木种群的生态位宽度与生态位重叠

辽东栎林主要灌木种群的生态位宽度和生态位重叠指数见表 5、表 6。表 5 可以看出,和乔木层一样,LB 值和 HB 值反映的灌木之间生态位宽度排序基本一致 灌木生态位宽度指数 LB 值和 HB 值分别介于 0.3878 ~ 1.3564 和 0.0790 ~ 0.7192 之间,土庄绣线菊最大,小叶丁香最小 榛子、铁杆蒿、黄蔷薇和牛奶子的生态位宽度较大,而南蛇藤、葱皮忍冬、鞘柄菝葜和山梅花则次之。这与土庄绣线菊、榛子、铁杆蒿、黄蔷薇在本区的分布较广,小叶丁香、南蛇藤、葱皮忍冬等在局地分布的事实相符。

从表 6 可以看出,27 种主要灌木之间生态位重叠值介于 0 ~ 0.938 之间,所有灌木种对生态位重叠值大于 0.8,属于高度重叠者占 2.8%,生态位重叠值介于 0.6 ~ 0.8 之间,属中度重叠者占 9.8%,小于 0.6 的低度重叠者占 87.4%,其中重叠值为 0 的没有重叠者占 21.2%,表明辽东栎林灌木种群之间利用资源环境的相似程度较低或者互补性不强。究其原因可能是黄土高原生境条件尤其是土壤水分条件较差,不同种群在构成群落的过程中,对极其有限的资源发生了激烈竞争,种群生态位特化、分离。

另外,4 个最大生态位重叠的种对不是发生在生态位宽度较大的灌木树种之间,而出现在生态位宽度较低或趋中的树种之间,即葱皮忍冬与铁扫帚、陕西英蒾与接骨木、沙棘与北京丁香、鞘柄菝葜与短柄小檗之间,这和较大的生态位宽度常常伴随较高的生态位重叠结论^[1]并不尽一致。这是由于生态位较宽的生物种之间生态学特性不一定相同,对资源的要求和利用并不完全一致,因此它们之间的生态位重叠不一定就高,相反,生态位较窄的生物种之间可能由于对环境的要求近似或者互补而生态位重叠较高,这与史作民等人^[6]研究结果一致。

3 讨论与结论

() 辽东栎林是陕北黄土高原地带性森林群落之一,一般分布在水热匹配状况较好的地段,伴生树种尤

表 5 主要灌木种群生态位宽度

Table 5 Niche breadth of main shrub populations				
SN	种名 Species	LB	HB	
1	土庄绣线菊 <i>Spiraea pubescens</i>	1.356	0.719	
2	连翘 <i>Forsythia suspensa</i>	1.010	0.368	
3	山梅花 <i>Philadelphus incanus</i>	0.430	0.102	
4	鞘柄菝葜 <i>Smilax stans</i>	0.435	0.106	
5	铁扫帚 <i>Indigofera bungeana</i>	0.649	0.178	
6	葱皮忍冬 <i>Lonicera ferdinandii</i>	0.415	0.093	
7	榛子 <i>Corylus heterophylla</i>	1.246	0.461	
8	胡枝子 <i>Lespedeza bicolor</i>	0.698	0.088	
9	短柄小檗 <i>Berberis brachypus</i>	0.811	0.251	
10	冻绿 <i>Rhamnus utilis</i>	0.890	0.359	
11	南蛇藤 <i>Celastrus orbiculatus</i>	0.403	0.087	
12	鼠李 <i>Rhamnus davurica</i>	0.431	0.103	
13	铁杆蒿 <i>Atermisia sacrorum</i>	1.192	0.547	
14	陕西英蒾 <i>Viburnum schensianum</i>	0.839	0.278	
15	接骨木 <i>Sambucus williamsii</i>	0.696	0.230	
16	河北杨 (幼树) <i>Populus hopeiensis</i>	0.991	0.382	
17	虎榛子 <i>Ostryopsis davidiana</i>	0.918	0.282	
18	沙棘 <i>Hippophae rhamnoides</i>	0.863	0.301	
19	黄蔷薇 <i>Rosa hugonis</i>	1.225	0.569	
20	北京丁香 <i>Syringa pekinensis</i>	1.014	0.418	
21	牛奶子 <i>Elaeagnus umbellate</i>	1.161	0.506	
22	卫矛 <i>Euonymus anatus</i>	0.681	0.202	
23	水栒子 <i>Cotoneaster multiflorus</i>	0.595	0.140	
24	白刺花 <i>Sophora viciifolia</i>	0.442	0.110	
25	甘肃小檗 <i>Berberis kansuensis</i>	0.633	0.149	
26	华北紫丁香 <i>Synga oblata</i>	0.699	0.218	
27	小叶丁香 <i>Synga microphlla</i>	0.388	0.079	

接表 6

其是林下灌木的组成差异明显,据此辽东栎林可分为不同的类型。本研究在划分黄土高原黄龙林区辽东栎林类型时,采用优势度为指标,不仅考虑到群落种类组成,还考虑了不同种类习性差异、多度和生长状况对群落外貌、结构的影响,结果虽然与传统经验方法基本一致^[2],但本研究在划分辽东栎林群落类型过程中,降低了主观因素,研究结果更具有科学性和准确性,如图 1 不仅明晰的反映了群落类型而且还反映了他们之间差异距离。

另外,不同类型是辽东栎林的不同演替阶段,虽然存在着演替关系^[2],但这种演替的时间是相当漫长的,在很长一段时间内,由于微地貌土壤条件特别是土壤水分条件和有机质含量的差别,可能处于一种长期镶嵌的格局,因而在黄土高原区的植被重建和恢复过程中,应以现有不同类型辽东栎林的生境为基础,模拟各类型的树种组成和林分结构,恢复较为稳定的植被类型。

④) 植物群落物种多样性作为群落结构的一个重要指标,是群落内物种组成和结构复杂性的反映,随着环境梯度(如地理梯度、海拔梯度)、群落演替阶段等因素的变化呈规律性变化^[1]。研究表明,在陕北黄土高原辽东栎林群落植物多样性差异不仅存在于不同群落类型之间,还随坡向而变化,即,北坡 > 西北坡 > 东南坡 > 西南坡 > 南坡,与土壤水分含量和有机质含量随坡向的变化规律一致,这与刘世梁等人^[2]以及吴彦等人^[3]的研究结论一致。不过关于影响中小尺度群落物种多样性的主要因素,不同学者研究结论不尽相同。Couell^[4]认为热带雨林内植物群落,当其处于大的干扰后的演替中期阶段,或是受到频繁或较少的轻度干扰的情况下,其物种多样性最高。沈泽昊等^[5]指出导致贡嘎山东坡植被垂直带谱物种多样性格局变异的主要因子是当地气候垂直梯度和生境的局部异质性,且主要因子随着研究尺度不同也会发生变化。而 Wohlgemuth^[6]认为在区域尺度上环境异质性是影响物种丰富度的主要因子。也有人^[7]认为多变的地形、复杂多样的生态环境为物种的生存和繁衍提供了良好的环境,这种较大的异质性,使得物种数也随之增加。因此,可以看出,影响森林群落生物多样性的因素是复杂的,不仅受气候、地形地貌等宏观环境条件的影响,而且也与森林类型及其演替阶段、人为干扰程度等因素有关。因此,探索陕北黄土高原辽东栎林物种组成、物种多样性等群落结构特征与地形因子、土壤理化性状等数量关系,可作为今后的一个研究内容。

⑤) 生态位反映了种群利用各种资源、适应环境和竞争的能力,生态位重叠体现了物种对同等级资源的利用程度以及空间配置关系^[1],生态位宽度与生态位重叠值有一定的联系,一般生态位宽的种对生态重叠值较大,生态位较窄的树种之间及其与生态位较宽的树种之间生态重叠值较小。不过也不尽然,如本研究中生态位较窄的葱皮忍冬、铁扫帚之间的生态位重叠值,明显大于生态位较宽的土庄绣线菊与铁杆蒿之间的生态重叠值,其原因可能是由于自然界中环境资源普遍存在着空间异质性和物种适宜生境的斑块状分布,因而物种分布也普遍存在斑块性^[8]。

植物种群利用包括空间在内的资源的能力或可利用的资源谱有限,生态位较宽种群资源利用谱宽,对资源和环境要求不严,适宜生存的细分生境空间相对就大,生态位较窄种群则相反。当生态位宽的种群之间或与其它生态位种群在同一适宜生存空间共存、竞争时,资源需求容易得到满足,生存机会就多,生态重叠一般就较大,但也不排除由于适宜斑块资源的有限性,竞争力较弱种群向其它生境斑块迁移,生态位重叠降低。生态位较窄的不同种群虽然资源利用谱不宽,但如果相近,则当在同一适宜生存空间共存、竞争时,也有可能因为资源需求得以满足而聚集生存,虽然适宜生存的细分生境空间相对不大,但也可能因为适宜生境斑块数量较多而有较高的生态位重叠。这似乎也可以解释生物学特性和生态学特性相似物种之间,有些情况下生态位重叠较大^[9],而在另外情况下生态位重叠程度降低^[1]。

References :

[1] Zhang G L,Zhang J T. Niche analysis of dominant species in Shenweigou of Guandi Mountain. Journal of Wuhan Botanical Research,2002,20 (4) : 203 — 208.

[2] Lin S Z,Huang S G,Hong W,et al. The characteristics of multi-dimension niche of dominant populations in Chinese firand broad-leaved mixed forest. Acta Ecologica Sinica,2002,22 (6) 962 — 968.

- [3] Wang R Z. The niche breadths and niche overlaps of main plant populations in *leymus chinensis* grassland for grazing. *Acta Phytoecologica Sinica*, 1997,21 (4) 304—311.
- [4] Li J, Chen G X, Zhu Y J. A preliminary study on the niche of the main tree populations of *Chimonanthus praecox* community in Northwestern Hunan Province. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 2000,18 (1) 109—114.
- [5] Chen B, Zhou X M. Analyses of niche breadths and overlaps of several plant species in three *Kobresia* communities. *Acta Phytoecology Sinica*, 1995,19 (1) 158—169.
- [6] Shi Z M, Chen R M, Liu S R. Niche characteristics of plant populations in deciduous broad leaved forest in Baotianman. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999,109 (1) 265—269.
- [7] Liu J, Hong W, Wu C Z, *et al.* The niche characters of dominant species in shrub layer of restoring Communities in degraded red soil region. *Journal of Plant Resources and Environment*, 2002,11 (1) 11—16.
- [8] Zhang J Y, Zhao H L, Zhang T H, *et al.* Niche dynamics of main populations of plants communities in the restoring succession process in the Horqin Sandy Land. *Acta Ecologica Sinica*, 2003,23 (2) 2741—2746.
- [9] Yang L M, Zhou G S, Wang G H. Investigating realized niches as a mechanism of species diversity maintenance in a species-rich grassland and community. *Acta Phytoecologica Sinica*, 2001,25 (1) 634—638.
- [10] Shen Z H, Fang J Y. Niche comparison of two *Fagus* species based on the topographic patterns of their populations. *Acta Phytoecology Sinica*, 2001,25 (4) 392—398.
- [11] Chen L Z, Bao X C, Chen Q L, *et al.* Study on vegetation ecology in Tianjin and Beijing region. In *Institute of Botany and Institute of Zoology eds. Study on the biology and ecology in Tianjin and Beijing region.* Beijing China Oceanography Press, 1990. 1—42.
- [12] Zhu Z C. The Type and Succession of the *Quercus liaotungensis* Forests On Woodland of Loess Plateau in North Shaanxi Province. *Journal of Northwest University*, 1991,21 (1) 57—71.
- [13] Yue M. Species diversity of higher plant of *Quercus liaotungensis* forest in Qinling Mountain and the loess Plateau. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 1998,18 (1) 124—131.
- [14] Lu Y C, Zhang W H, Lu Y C. Effects of different management practices on population structure and dynamics of *Quercus liaotungensis*. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2006,26 (1) 1407—1413.
- [15] Zhang J T. *Quantitative Ecology.* Beijing Science Press, 2004. 186—187.
- [16] Ma K P, Huang J H, Yu S L, *et al.* Plant community diversity in Dong ling Mountain, Beijing, China II. species richness, evenness and species diversities. *Acta Ecologica Sinica*, 1995,15 (1) 268—277.
- [17] Li J, Zhu J Z, Zhu Q K. A review on niche theory and niche metric. *Journal of Beijing Forestry University*, 2003,25 (1) 100—107.
- [18] Hurlbert, S. H. 1978. The measurement of niche overlap and somerelatives. *Ecology*, 59 (1) 67—77.
- [19] Xiang H, Yue M. Quantitative classification and environmental interpretation on forest communities in Loess Plateau of the north of Shaanxi Province. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, Sin, 2001,21 (4) 726—731.
- [20] Wang G. On the measurement of niche overlap in plant communities. *Acta Phytoecologica Sinica*, 1984,4 (1) 119—126.
- [21] He J S, Chen W L. A review of gradient changes in species diversity of land plant communities. *Acta Ecologica Sinica*, 1997,17 (1) 91—99.
- [22] Liu S H L, Ma K M, Fu B J, *et al.* The relationship between landform, soil characteristic and plant community structure in the Donglingshan Mountain region, Beijing. *Acta Phytoecologica Sinica*, 2003,27 (4) 496—503.
- [23] Wu Y, Liu Q, Qiao Y K, *et al.* Species diversity changes in subalpine coniferous forest of different restoration stages and their effects on soil properties. *Acta Phytoecologica Sinica*, 2001, 25 (6) 648—655.
- [24] Sheil D, Burslem D. Disturbing hypotheses in tropical forests. *Trends in Ecology and Evolution*, 2003, 18 18—26.
- [25] Sh Z H, Fang J Y, Liu Z L, *et al.* Patterns of biodiversity along the vertical vegetation spectrum of the east aspect of Gongga Mountain. *Acta Phytoecologica Sinica*, 2001,25 (6) 721—732.
- [26] Wohlgemuth T. Modelling floristic species richness on a regional scale a case study in Switzerland. *Biodiversity and Conservation*, 1998 (1) 151—177.
- [27] Wen Y G. A study on the species diversity of vegetation in different environmental gradient in Daming Mountain. *Journal of Guangxi Agriculture University*, 1998, 17 (1) 131—137.
- [28] Zhang L J, Yue M, Zhao G F, *et al.* Comparison of different measurements applied to oasis-desert ecotone. *Chinese Journal of Ecology*, 2002,21 (4) 71—75.
- [29] Wu G, Liang X Y, Zhang X D. Height niche of some tree species in the *Korean pine* broad-leaved forest on Changbai Mountain. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999,10 (1) 262—264.

参考文献：

[1] 张桂莲,张金屯. 关帝山神尾沟优势种生态位分析. 武汉植物学研究,2002,20 (1) 203 ~ 208.

[2] 林思祖,黄世国,洪伟,等. 杉阔混交林主要种群多维生态位特征. 生态学报,2002,22 (6) 962 ~ 968.

[3] 王仁忠. 放牧影响下羊草草地主要植物种群生态位宽度与生态位重叠的研究. 植物生态学报,1997,21 (4) 304 ~ 311.

[4] 李菁,陈功锡,朱杰英,等. 湘西北蜡梅群落主要种群生态位的初步研究. 武汉植物学研究,2000,18 (1) 109 ~ 114.

[5] 陈波,周兴民. 三种蒿草群落中若干植物种的生态位宽度与重叠分析. 植物生态学报,1995,19 (1) 158 ~ 169.

[6] 史作民,程瑞梅,刘世荣. 宝天曼落叶阔叶林种群生态位特征. 应用生态学报,1999,10 (1) 265 ~ 269.

[7] 柳江,洪伟,吴承祯,等. 退化红壤区植被恢复过程中灌木层主要种群的生态位特征. 植物资源与环境学报,2002,11 (1) 11 ~ 16.

[8] 张继义,赵哈林,张铜会,等. 科尔沁沙地植物群落恢复演替系列种群生态位动态特征. 生态学报,2003,23 (2) 2741 ~ 2746.

[9] 杨利民,周广胜,王国宏. 草地群落物种多样性维持机制的研究 II 物种实现生态位. 植物生态学报. 2001,25 (1) 634 ~ 638.

[10] 沈泽昊,方精云. 基于种群分布地形格局的两种水青冈生态位比较研究. 植物生态学报,2001,25 (4) 392 ~ 398.

[11] 陈灵芝,鲍显诚,陈清明,等. 天津和北京地区植物生态学研究. 见:中国科学院植物研究所和动物研究所. 天津、北京地区生物和生态学研究,北京:中国海洋地理出版社,1990. 1 ~ 42.

[12] 朱志诚. 陕北黄土高原辽东栎林的类型和演替. 西北大学学报, 1991,21 (1) 57 ~ 71.

[13] 岳明. 秦岭及陕北黄土区辽东栎林群落物种多样性研究. 西北植物学报,1998,18 (1) 124 ~ 131.

[14] 卢彦昌,张文辉,陆元昌. 黄龙山林区不同培育措施对辽东栎种群结构与动态的影响. 西北植物学报,2006,26 (1) 1407 ~ 1413.

[15] 张金屯. 数量生态学. 北京:科学出版社,2004. 186 ~ 187.

[16] 马克平,黄建辉,于顺利,等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 II. 丰富度、均匀度和物种多样性指数. 生态学报,1995,15 (1) 268 ~ 277.

[17] 李洁,朱金兆,朱清科. 生态位理论和生态位测评. 北京林业大学学报,2003,25 (1) 100 ~ 107.

[18] 相辉,岳明. 陕北黄土高原森林植被数量分类及环境解释. 西北植物学报,2001,21 (4) 726 ~ 731.

[19] 王刚. 植物群落中生态位重叠的计测. 植物生态学报,1984,4 (1) 119 ~ 126.

[20] 贺金生,陈伟烈. 陆地植物群落物种多样性的梯度变化特征. 生态学报,1997,17 (1) 91 ~ 99.

[21] 刘世梁,马克明,傅伯杰,等. 北京东灵山地区地形土壤与植物群落关系研究. 植物生态学报,2003,27 (4) 496 ~ 502.

[22] 吴彦,刘庆,乔永康,等. 亚高山针叶林不同恢复阶段群落物种多样性变化及其对土壤理化性质的影响. 植物生态学报,2001, 25 (6) :648 ~ 655.

[23] 沈泽昊,方精云,刘增力,等. 贡嘎山东坡植被垂直带谱的物种多样性格局分析. 植物生态学报,2001,25 (6) 721 ~ 732.

[24] 张林静,岳明,赵桂仿,等. 不同生态位计测方法在绿洲荒漠过渡带上的应用比较. 生态学杂志,2002,21 (4) 71 ~ 75.

[25] 吴刚,梁秀英,张旭东,等. 长白山红松阔叶林主要树种高度生态位的研究. 应用生态学报,1999,10 (1) 262 ~ 264.

表 6 主要灌木种群生态位重叠*

Table 6 Niche overlap of main shrubs

SN	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0.301	0.283	0.208	0.254	0.192	0.897	0.311	0.306	0.394	0.208	0.082	0.621	0.292	0.340	0.638	0.259	0.434	0.580	0.570	0.703	0.451	0.305	0.489	0.508	0.442	0.148
2		0.330	0.226	0.163	0.156	0.157	0	0.448	0.639	0.024	0.147	0.342	0.590	0.371	0.722	0.525	0.682	0.573	0.604	0.163	0.293	0.242	0.044	0.257	0.479	0.258
3			0.445	0.328	0.260	0.284	0.406	0.371	0.234	0.495	0.457	0.289	0.310	0.353	0.338	0	0.398	0.126	0.312	0.373	0	0	0.543	0.639	0	0
4				0.483	0.383	0.230	0.603	0.907	0.282	0.729	0.673	0.427	0.458	0.521	0.207	0	0.213	0.076	0.191	0	0.367	0	0	0.352	0.357	0
5					0.938	0.211	0.469	0.418	0.644	0.642	0.495	0.714	0.445	0.545	0.090	0.211	0	0.157	0.076	0.348	0.092	0	0.191	0.054	0.122	0.683
6						0.138	0.349	0.318	0.688	0.427	0.394	0.634	0.265	0.303	0	0.236	0	0.151	0	0.250	0	0	0	0	0	0.812
7							0.333	0.287	0.260	0.199	0.105	0.475	0.170	0.225	0.488	0.136	0.296	0.394	0.377	0.372	0.338	0.274	0.328	0.391	0.257	0.081
8								0.555	0.079	0.659	0.617	0.398	0.471	0.523	0	0.097	0	0.302	0	0.116	0	0.253	0	0	0	0
9									0.400	0.602	0.561	0.540	0.573	0.573	0.402	0.138	0.488	0.274	0.478	0.114	0.561	0	0	0.376	0.393	0
10										0.081	0.076	0.739	0.322	0.245	0.519	0.334	0.535	0.392	0.447	0.343	0.238	0	0.144	0.395	0.233	0.666
11											0.749	0.355	0.656	0.819	0.144	0	0	0.025	0.121	0.095	0	0	0.329	0.092	0.202	0
12												0.242	0.591	0.534	0	0.452	0	0.261	0	0	0	0.486	0	0	0.336	0.214
13													0.290	0.361	0.319	0.329	0.359	0.534	0.504	0.469	0.560	0.088	0.278	0.381	0.342	0.512
14														0.925	0.599	0.386	0.470	0.374	0.482	0.218	0.135	0.195	0.273	0.079	0.320	0.083
15															0.528	0.132	0.323	0.192	0.429	0.170	0.213	0	0.436	0.125	0.283	0
16																0.193	0.840	0.396	0.808	0.525	0.368	0.039	0.523	0.617	0.407	0
17																	0.301	0.815	0.317	0.352	0.204	0.798	0	0	0.523	0.551
18																		0.533	0.907	0.609	0.477	0	0.311	0.601	0.237	0
19																			0.589	0.646	0.404	0.631	0.144	0.217	0.438	0.330
20																				0.714	0.695	0	0.462	0.565	0.364	0
21																					0.401	0.129	0.537	0.499	0.118	0.319
22																						0	0.271	0.460	0.570	0
23																							0	0	0.536	0.334
24																								0.660	0.359	0
25																									0.475	0
26																										0.229

* SN as table 5