

太白山北坡落叶阔叶林物种多样性特征

岳明 周虹霞*

(西北大学生物系, 西安 710069)

摘要 对太白山北坡落叶阔叶林从不同类型、层次的丰富度、均匀度和物种多样性指数及其与环境梯度的关系等方面进行了分析。结果表明, 处于中山带的锐齿槲栎林及辽东栎林的多样性较高, 高海拔与低海拔处的群落多样性较低。水热梯度对物种多样性有很大影响。植物生长型与物种多样性的关系表现为灌木层的多样性指数(D)和均匀度大于草本层, 而草本层大于乔木层, 草本层物种丰富度最大, 灌木层次之, 乔木层最小。不同群落间灌木层各多样性测度指标变异最小, 乔木层和草本层变化幅度较大。

关键词 太白山, 落叶阔叶林, 物种多样性

DIVERSITY OF HIGHER PLANTS IN DECIDUOUS BROADLEAVED FORESTS ON THE NORTHERN SLOPE OF TAIBAI MOUNTAIN

Yue Ming, Zhou Hongxia

(Biology Department Northwestern University, xi'an 710069)

Abstract This paper discusses species richness, evenness and species diversity of higher plants in deciduous broadleaved forests on the northern slope of Taibai Mountain. The results show that along the temperature and rainfall gradient, species diversity fluctuates greatly. The species diversity in the *Quercus aliena* var. *acuteserata* forest is the highest in six types of the forests. The species diversity index and evenness index for different strata is in the following order: shrub stratum > herb stratum > tree stratum. As for the species richness, the order is herb stratum > shrub stratum > tree stratum. All of the five indices in shrub stratum are with very small variation among communities while those in tree stratum and herb stratum vary considerably.

Key words Taibai Mountain, Deciduous broadleaved forest, Species diversity

秦岭是我国暖温带和北亚热带气候的重要分界线。秦岭主峰太白山最高海拔 3 767 m, 海拔高差达 3 000 m, 山地垂直气候带明显, 森林植被类型丰富, 并蕴藏有许多国家级珍稀濒危保护植物如独叶草(*Kingdonia uniflora*)等。本地区位于东亚植物区系中-日和东亚-喜马拉雅两大植物区系省的分界线上, 是我国一具有国际意义的陆地生物多样性分布中心(王献溥等, 1994), 也是国家重点自然保护区之一。物种多样性是一个群落结构和功能复杂性的度量, 对物种多样性的研究可以更好地认识群落的组成、变化和发展, 同时对植物群落物种多样性的测定也可以反映群落及其环境的保护状况, 这对控制和预防珍稀濒危物种的丧失是很有意义的(谢晋阳等, 1995, 1994)。对本区森林群落的类型、结构特征、稳定性及

*现工作单位: 青海西宁市医药公司药物研究所

垂直分布已有较多研究(付志军等, 1994; 朱志诚, 1991a, 1991b, 1983, 1982, 1981;), 但有关高等植物物种多样性的研究还未见报道。

1 群落概况与研究方法

本文主要讨论太白山北坡6种落叶阔叶林的高等植物物种多样性。太白山北麓属暖温带气候, 自下而上为暖温带、温带、寒温带、亚寒温带和寒带(朱志诚, 1983)。落叶阔叶林从山麓连续分布至海拔3100 m左右, 其中栓皮栎(*Quercus variabilis*)林分布于海拔700~1300 m, 该林分布带的年均温为10~14℃, 降水为600~700 mm。由于分布海拔低, 受人为活动影响很大, 特别是海拔1000 m以下已遭受严重破坏。锐齿槲栎(*Q. aliena* var. *acuteserrata*)林和槲栎(*Q. aliena*)分布在1100~1700 m, 两类群落分布于同一气候带内, 年均温一般为8~11℃, 降水量800~1000 mm。锐齿槲栎林多分布在阴坡而槲栎林常在阳坡出现。辽东栎(*Q. liaotungensis*)林下限与锐齿槲栎林相连, 主要分布在海拔1500~2200 m, 年均温6~8℃, 年降水量900~1000 mm。其上为桦林带, 主要集中在海拔2200~2800 m, 其中红桦(*Betula albo-sinensis*)林分布在海拔2200~2700 m, 牛皮桦(*B. albo-sinensis* var. *septentrionalis*)林分布海拔2500~3000 m。桦林带年均温1~5℃, 年降水1000 mm左右。上述各林带的温度与降水数据系据朱志诚(1991a, 1983, 1982, 1981)资料。

沿海拔梯度在上述各林带中设置10 m×10 m样地进行群落学调查, 共设样地33块。计算处理时为使各类森林样地面积一致便于对比, 每类群落各选4个样地合并。鉴于植物尤其是草本植物个体数目统计困难, 采用重要值作为多样性测度的计算依据(马克平等, 1995)。重要值计算公式为IV=相对高度+相对多度+相对盖度。多样性的测度选用丰富度指数、均匀度指数和物种多样性指数3类, 计算公式如下:

$$\text{Shannon指数} \quad H = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

$$\text{Simpson指数} \quad D = N(N-1) / \sum_{i=1}^s n_i(n_i-1)$$

$$\text{Pielou均匀度指数} \quad (J_{sw} \text{ 和 } J_{si})$$

$$J_{sw} = H / \ln S, \quad J_{si} = (1 - \sum_{i=1}^s P_i^2) / (1 - 1/S)$$

式中 P_i 为种 i 的相对重要值, 即 $P_i = n_i / N$ 。 n_i 为种 i 的重要值;

N 为种 i 所在样地的各个种的重要值之和;

S 为种 i 所在样地的物种总数, 即丰富度指数。

2 结果与分析

2.1 不同类型群落的物种多样性

参与分析的6类群落2400 m²样地中共出现高等植物279种。6类群落的物种丰富度、多样性指数和均匀度指数见表1。由于物种多样性是一综合量度, 进行多样性分析时应将各多样性测度指标进行全面考虑。由表1可见, 5个指数大致反映了相同的趋势。锐齿槲栎林的物种丰富度、多样性指数和均匀度都较大, 其多样性程度最高, 辽东栎林次之, 栓皮栎林各项指标均较低, 其多样性程度最低。槲栎林与两类桦林的多样性较接近。

锐齿槲栎林分布在秦岭气候适宜带，分布带的水热配合最好，植物种类繁多。特别是群落内的大型木质藤本植物种类和数量在本区森林群落中最为丰富。槲栎林虽与锐齿槲栎林分布在同一气候带内，但槲栎对水热的要求相对不严，槲栎林往往分布在阳坡和土层瘠薄含水较差地段，故其多样性程度稍低。栓皮栎林分布的海拔低，气候温暖但降水少而蒸发量大，同时因为栓皮栎林是采剥栓皮及培养木耳的重要基地，受人为影响大，在 6 类阔叶林中其多样性程度最低。辽东栎林带是秦岭北坡降水最多地带，但温度较低限制了一些喜温成分生存，导致其多样性低于锐齿槲栎林。桦林带气候凉湿，多样性在这几类群落中处中间水平。其中红桦林分布地段地形和缓且土壤条件好于牛皮桦林，其多样性程度稍高。

2.2 物种多样性与环境梯度的关系

海拔的变化是决定本区生境差异的主导因子，海拔导致水热条件及其组合的空间分布，进而影响着本区植物群落的分布及结构。图 1 显示物种多样性沿海拔高度的变化。可以看出，在海拔 1 600 m 左右，即锐齿槲栎林的集中分布带，两种多样性指数和均匀度均最高。由该林带向上或向下，多样性程度都呈下降趋势。太白山北坡年均温与海拔高度呈显著相关（付志军等，1994），降水量沿海拔梯度逐渐增加，至 2 200 m 左右为最大，其上降水缓慢减少。图 2 显示水热因子及其组合与多样性的关系。不难看出，太白山北坡阔叶林多样性程度受温度和降水制约。锐齿槲栎林带水热组合较好，蕴育着最丰富的物种多样性。具有不同功能作用的不同物种及其相对重要值的差异是形成不同群落的基础，图 2 很好地反映出水热组合对群落物种多样性及群落组织化程度的深刻影响。

2.3 植物生长型与物种多样性的关系

植物生长型 (growth form) 是表征群落外貌特征和垂直结构的重要指标。基于本区群落的结构特征，主要讨论乔木层、灌木层和草本层的物种多样性。3 个主要层次的物种多样性如表 2。对表 2 中数据进行 t-检验，得表 3。表 2 及表 3 表明，各群落物种丰富度 (S) 表现出草本层 > 灌木层 > 乔木层的特点。从物种多样性指数 H 和 D 来看，乔木层显著小于灌木层和草本层。从 Pielou 均匀度看，乔木层显著小于灌木层，但与草本层无明显差异。灌木层与草本层多样性关系较复杂，灌木层物种丰富度显著小于草本层，但 Simpson 指数与 Pielou 均匀度均显著大于草本层。Shannon 指数在灌木层和草本层

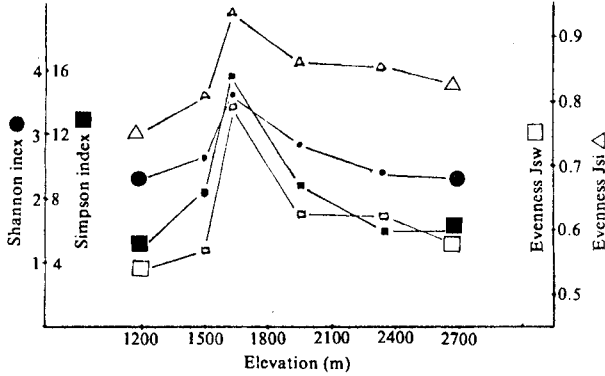


图 1 物种多样性随海拔的变化

Fig. 1 The species variation of diversity along elevation gradient

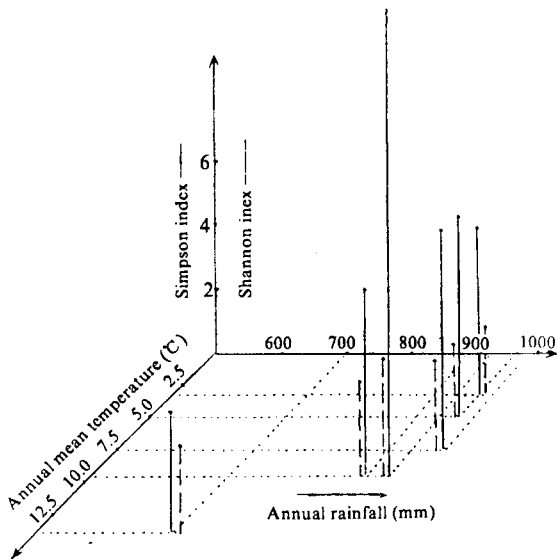


图 2 温度和降水对多样性的影响

Fig. 2 Effect of temperature and rainfall on species diversity

乔木层显著小于灌木层，但与草本层无明显差异。灌木层与草本层多样性关系较复杂，灌木层物种丰富度显著小于草本层，但 Simpson 指数与 Pielou 均匀度均显著大于草本层。Shannon 指数在灌木层和草本层

表1 六种森林群落的物种多样性

Table 1 Species diversity in 6 types of communities

		S	H	D	J_{sw}	J_{si}
栓皮栎林	Qv. *	51	2.276	3.384	0.579	0.754
槲栎林	Qa.	54	2.660	5.076	0.667	0.818
锐齿槲栎林	Qaa.	81	3.695	14.493	0.841	0.943
辽东栎林	Ql.	66	2.800	6.757	0.668	0.865
红桦林	Ba.	53	2.386	6.713	0.601	0.854
牛皮桦林	Bas.	50	2.363	5.376	0.604	0.831

• Note: Qv., *Quercus variabilis* forest; Qa., *Q. aliena* forest; Qaa., *Q. aliena* var. *acuteserata* forest; Ql., *Q. liaotungensis* forest; Ba., *Betula albo-sinensis* forest; Bas., *B. albo-sinensis* var. *septentrionalis* forest.

表2 3个层次的物种多样性

Table 2 The species diversity in three stratum

		S	H	D	J_{sw}	J_{si}
		乔木层		Tree strata		
栓皮栎林	Qv. *	13	1.081	1.690	0.423	0.444
槲栎林	Qa.	13	1.369	2.188	0.537	0.587
锐齿槲栎林	Qaa.	15	1.889	4.630	0.697	0.840
辽东栎林	Ql.	9	1.427	2.971	0.649	0.746
红桦林	Ba.	7	1.613	4.082	0.829	0.881
牛皮桦林	Bas.	4	0.956	2.347	0.690	0.765
		灌木层		Shrub strata		
栓皮栎林	Qv.	16	2.133	6.211	0.769	0.895
槲栎林	Qa.	16	2.215	7.143	0.799	0.917
锐齿槲栎林	Qaa.	16	2.267	7.872	0.816	0.931
辽东栎林	Ql.	18	2.182	5.814	0.755	0.877
红桦林	Ba.	17	2.351	8.130	0.830	0.932
牛皮桦林	Bas.	14	2.251	8.132	0.853	0.946
		草本层		Herb strata		
栓皮栎林	Qv.	21	2.210	4.367	0.726	0.809
槲栎林	Qa.	23	2.023	3.279	0.645	0.727
锐齿槲栎林	Qaa.	50	3.101	9.346	0.793	0.911
辽东栎林	Ql.	39	1.935	3.226	0.528	0.708
红桦林	Ba.	29	2.215	5.747	0.658	0.856
牛皮桦林	Bas.	31	2.169	4.092	0.632	0.823

• Note: Qv., *Quercus variabilis* forest; Qa., *Q. aliena* forest; Qaa., *Q. aliena* var. *acuteserata* forest; Ql., *Q. liaotungensis* forest; Ba., *Betula albo-sinensis* forest; Bas., *B. albo-sinensis* var. *septentrionalis* forest.

之间无明显差异。

群落的均匀度是指群落中各个种的多度或重要值的均匀程度，它所表征的是群落观察多样性与群落种数及总个体数相同时的可能最高多样性之间的比率。因此从总体上说，本区落叶阔叶林乔木灌木与草本3层的多样性顺序是灌木>草本>乔木。这反映出群落的结构与组织化水平，即乔木层和草本层种间重要值差异较大，优势种表现明显；而灌木层则相反，优势成分不明显，也就是说灌木层中十分富集和十分稀少的种都很少，常见种与稀少种的差距较小。乔木和草本层的物种丰富度差异很大，但均匀度无明显差别，说明这两层的多度分布较接近。各群落间3个层次的物种多样性表现出与群落物种多样性略为不同的

特征。比如桦林灌木层的多样性指数与均匀度在 6 种阔叶林中最大, 但其群落物种多样性远小于锐齿槲栎林。这表明桦木林下灌木的多度分布更趋均匀。其乔木层也有相同的趋势。

群落间在 3 层中的物种多样性差异列于表 4。可以看出群落间灌木多样性各项指标的差异很小, 而乔木层多样性在群落间差异很大。草本层多样性也表现出了较大的群落间差异。这一结果表明灌木层多样性在群落梯度上没有明显变化, 而乔木层和草本层的物种多样性在群落梯度上变化较大。

表 3 3 层物种多样性的 t-检验

Table 3 The t-test of species diversity in three stratum

	t 值*		t Value	
	乔木—灌木 Tree—Shrub	乔木—草本 Tree—Herb	灌木—草本 Shrub—Herb	
S	-3.586 ⁺⁺	-4.927 ⁺⁺	-3.457 ⁺⁺	
H	-6.516 ⁺⁺	-6.548 ⁺⁺	-0.255	
D	-9.494 ⁺⁺	-3.218 ⁺	2.706 ⁺	
J _{sw}	-3.331 ⁺⁺	-0.363	3.910 ⁺⁺	
J _{si}	-3.269 ⁺⁺	-1.579	4.301 ⁺⁺	

*Note: +, $|t| > t_{0.05} = 2.262$; ++, $|t| > t_{0.01} = 3.250$

表 4 群落间 3 个层次的物种多样性变化*

Table 4 Diversity variation of three stratum among communities

	乔木层 Tree strata		灌木层 Shrub strata		草本层 Herb strata	
	A	CV	A	CV	A	CV
S	10.172	0.414	16.167	0.082	32.167	0.336
H	1.389	0.247	2.233	0.034	2.276	0.184
D	2.985	0.386	7.217	0.140	5.010	0.462
J _{sw}	0.638	0.221	0.804	0.046	0.664	0.135
J _{si}	0.711	0.232	0.916	0.028	0.806	0.095

*注: A, 各群落的平均值; CV, 变异系数, $CV = \text{标准差} / A$ 。

Note: A, Average of six communities; CV, Variation coefficient, $CV = \text{Standard variation} / A$.

3 结论

3.1 太白山北坡落叶阔叶林的高等植物物种多样性无论是用物种多样性指数 (Simpson 指数, Shannon 指数) 还是用均匀度指数 (J_{sw} , J_{si}) 和物种丰富度 (S) 来测度, 其结果比较一致。6 类阔叶林中锐齿槲栎林多样性程度最高; 辽东栎林和红桦林次之; 栓皮栎林、槲栎林和牛皮桦林多样性较低。

3.2 呈连续带状分布的落叶阔叶林沿海拔梯度和水热梯度其物种多样性呈规律性变化。中山带水热配合较好, 具较高的物种多样性。低海拔区与高海拔区分别受降水和温度制约, 多样性程度较低。另外人为因素及群落生境对物种多样性也有影响。

3.3 物种多样性在植物群落垂直结构上的分布特点是: 草本层的物种丰富度大于灌木层, 灌木层大于乔木层; 灌木层物种多样性指数 $>$ 草本层 $>$ 乔木层; 乔木层均匀度与草本层相差不明显, 但二者显著小于灌木层。

3.4 群落间 3 层物种多样性变异也有差别。灌木层各多样性测度指标沿群落梯度没有明显变化, 而乔木层和草本层则变化较大。

参 考 文 献

- 马克平, 黄建辉, 于顺利等, 1995. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究. 生态学报, 15(3): 268~277
- 王献溥, 刘玉凯, 1994. 生物多样性的理论与实践. 北京: 中国环境科学出版社, 60
- 付志军, 郭俊理, 1994. 太白山红桦林初步研究. 植物生态学报, 18(3): 261
- 朱志诚, 1981. 秦岭太白山森林主要类型特征及分布规律. 陕西林业科技, (5): 29~39
- 朱志诚, 1982. 关于秦岭及陕北黄土高原区辽东栎林初步研究. 植物生态学与地植物学丛刊, 6(2): 95~104
- 朱志诚, 1983. 秦岭尖齿栎林初步研究. 西北植物研究, 3(2): 51~38
- 朱志诚, 1991a. 秦岭及其以北黄土区植被地带性特征. 地理科学, 11(2): 157~164
- 朱志诚, 1991b. 秦岭太白山栎林的稳定性. 武汉植物学研究, 9(2): 170~175
- 朱守谦, 1987. 贵州部分森林群落物种多样性初步研究. 植物生态学与村植物学学报, 11(4): 286~295
- 谢晋阳, 陈灵芝, 1994. 暖温带落叶阔叶林的物种多样性特征. 生态学报, 14(4): 337~344
- 谢晋阳, 陈灵芝, 1995. 意大利威尼托大区刺叶栎林的生物多样性研究. 植物学报, 37(5): 386~393