

太岳山森林群落物种多样性

马晓勇¹, 上官铁梁^{1, 2}

(1. 山西大学黄土高原研究所, 山西 太原 030006; 2. 山西大学环境与资源学院, 山西 太原 030006)

摘 要: 根据 8 个样地的调查资料, 用丰富度指数、多样性指数和均匀度指数对山西太岳山 10 个森林群落多样性进行研究, 结果表明: 1) 同一群落不同层次的物种多样性指数存在一定的波动范围; 不同群落间, 物种多样性指数也存在差异, 这种差异与群落所处的演替阶段相关; 当群落处于演替的顶级阶段时乔、灌、草 3 个层次的物种多样性和均匀度指数多为乔木层< 灌木层< 草本层; 演替先锋阶段和进展阶段多为乔木层< 灌木层> 草本层或乔木层> 灌木层< 草本层。2) 分布在不同海拔高度的森林群落的物种多样性呈连续性波动的变化, 表现为随海拔高度的增加, 物种多样性指数呈上升趋势。3) 群落物种多样性在空间上的差异不仅决定于物种丰富度指数, 更与各物种间的均匀度指数密切相关; 进而影响不同层次的物种多样性对群落总体物种多样性的贡献。

关键词: 森林群落; 物种多样性指数; 群落结构; 群落动态; 太岳山

中图分类号: P948. 15

文献标识码: A

不同群落在组成、结构、功能和动态演替等方面表现的差异与物种多样性关系十分密切, 因此, 物种多样性研究已成为群落生态学研究的重要课题^[1]。物种多样性不仅可以反映群落或生境中物种的丰富度、均匀度和时空变化, 表征群落和生态系统的特征及其变化演替的规律。也可反映不同的自然地理条件及人为因素与群落的相互关系, 生物多样性指数已被应用于生物群落和生态系统质量评价之中^[2-5]。生物多样性研究的成果也越来越广泛的被用于区域生态区划、生态环境质量评价、自然保护区管理和生物资源利用保护等领域^[6-8]。

太岳山位于山西省中南部, 是山西省重要的天然林分布地区, 油松林分布广, 面积大, 素有“油松之家”的美称。太岳山也是著名的国家森林公园和山西省旅游胜地之一。有关太岳山森林群落物种多样性研究的资料尚未见报道, 本文应用丰富度指数、多样性指数和均匀度指数对太岳山森林植被类型多样性进行分析, 为防止该地区森林生态系统退化及景观多样性和植物资源的保护利用提供科学依据。

1 研究方法

1.1 研究地区自然概况

研究区域位于太岳山腹部, 地理坐标为 111°58'30"~ 112°17'20"E, 36°20'20"~ 37°0'42"N。海拔最高处是沁源县的花坡茶房崖, 海拔高度为 2 523 m, 组成山地地貌的岩层多为太古界、元古界变质岩系, 寒武、奥陶系灰岩近水平状覆盖其上, 大部分地貌表现出大起伏喀斯特中山特征, 山势陡峭险峻, 山间切割明显, 沟狭谷深, 地形复杂多变。该区域地处暖温带半湿润大陆性季风气候区, 年均气温 8.6℃, 最热(7月)平均气温 22.2℃, 最冷(1月)平均气温-7.9℃。年均降水量为 656.7 mm, 无霜期 110~ 180 d。主要土壤亚类有褐土、淋溶褐土、棕壤、钙质粗骨土、山地草甸土, 其分布随海拔呈垂直地带性规律^[10]。

1.2 样地选择和取样

在研究区域内, 从海拔 1 400 m~ 2 020 m, 选择森林植被分布的地段设置 8 个样地。在每个样地内

收稿日期(Received date): 2003- 11- 20; 改回日期(Accepted): 2004- 03- 10。

基金项目(Foundation item): 山西省自然科学基金(NO. 981032)。[Natural Scientific Foundation of Shanxi Province(No. 981032).]

作者简介(Biography): 马晓勇(1976-), 男, 山西文水人, 博士研究生, 主要从事植被生态学。[Ma Xiaoyong, born in Wenshui County, Shanxi Province in 1976, male, doctorate candidate, mainly engage in the research of vegetation ecology.]

通讯作者: 上官铁梁, 山西大学教授, 主要从事环境生物学、山地生态学和湿地生态学研究。[Shangguan Tie liang, Professor of Shanxi University, works mainly on environment biology, mountain ecology and wetland ecology. E-mail: tllsg@sxu.edu.cn.]

设 2~3 个样方, 样方面积 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$, 并在每个样方内取 2 个 $4\text{ m} \times 4\text{ m}$ 的灌木样方和 2 个 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的草本样方。

1.3 测定项目

测定内容主要包括: 1) 乔木层: 种类、个体数、胸径、高度、种盖度、层盖度和生活力; 2) 灌木层: 种类、株(丛)数、种盖度、层盖度、高度和生活力; 3) 草本层: 种类、物种多度、高度、种盖度、层盖度和生活力; 4) 群落综合特征和生境特征: 群落盖度、层间植物种类、活地被层、枯枝落叶层厚度、土壤类型、海拔、坡度、坡向及人类活动影响等。

2 数据分析

2.1 重要值计算

分别计算乔木层、灌木层(在灌木层包括乔木幼树)和草本层的重要值, 计算公式如下:

乔木重要性 = (相对盖度 + 相对高度 + 相对多度) / 300

灌木重要性 = (相对盖度 + 相对高度) / 200

草本重要性 = (相对盖度 + 相对高度) / 200

2.2 物种多样性计算

依马克平等^[11]的方法, 用重要值作为数量指标。依 Ludwig 等^[12]和参考目前国内植物群落物种多样性研究中常用的指数^[1~4, 11~13], 本研究选取以下多样性指数:

(1) 丰富度指数: $N_0 = S$ (1)

(2) 物种多样性指数

Simpson 指数 $\lambda = \sum_{i=1}^s N_i(N_i - 1) / [N(N - 1)]$ (2)

Shannon-wiener 指数 $H' = - \sum_{i=1}^s \frac{N_i}{N} \ln \left(\frac{N_i}{N} \right)$ (3)

$N_1 = e^{H'}$ (4)

$N_2 = \frac{1}{\lambda}$ (5)

(3) 均匀度指数

$E_1 = \frac{H'}{\ln S}$ (6)

$E_5 = \frac{(1/\lambda - 1)}{(e^{H'} - 1)}$ (7)

式中 S 为每个群落中的物种数, N 为每个群落中全部物种的重要值之和, N_i 为第 i 个种的重要值。

3 结果与分析

3.1 植物和群落类型

在样地中共调查到松科、壳斗科、桦木科、菊科等 36 科, 80 属, 92 种植物。其中优势植物种为, 华北落叶松(*Larix principis-rupprechtii*)、油松(*Pinus tabulaeformis*)、辽东栎(*Quercus liaotungensis*)、山杨(*Populus davidiana*)、白桦(*Betula platphylla*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、黄刺玫(*Rosa xanthina*)、水 子(*Cotoneaster multiflorus*)、山刺玫(*Rosa davurica*)、胡桃楸(*Juglans mandshurica*)、金花忍冬(*Lonicera chrysantha*)、照山白(*Rhododendron micranthum*)、暴马丁香(*Syringa reticulata*)、小红菊(*Dendranthema chanelii*)、披针苔草(*Carex lanceolata*)等, 多为暖温带落叶阔叶林地带森林群落的区系组成成分, 是研究区域的森林群落生物量构成的关键种类。

依据物种重要值划分出 10 种群落类型: 1) 山杨 + 油松林 (Form. *Populus davidiana* + *Pinus tabulaeformis*), 2) 油松林 (Form. *Pinus tabulaeformis*), 3) 华北落叶松林 + 辽东栎林 (Form. *Larix principis-rupprechtii* + *Quercus liaotungensis*), 4) 白桦树 + 辽东栎林 (Form. *Betula platphylla* + *Quercus liaotungensis*), 5) 山杨 (Form. *Populus davidiana*), 6) 华北落叶松林 (Form. *Larix principis-rupprechtii*), 7) 辽东栎 + 油松林 (Form. *Quercus liaotungensis* + *Pinus tabulaeformis*), 8) 辽东栎 + 胡桃楸林 (Form. *Quercus liaotungensis* + *Juglans mandshurica*), 9) 辽东栎林 (Form. *Quercus liaotungensis*), 10) 辽东栎 + 山杨 + 暴马丁香林 (Form. *Quercus liaotungensis* + *Populus davidiana* + *Syringa reticulata*)。各群落的生境特征见表 1。

3.2 物种多样性分析

3.2.1 群落类型与物种多样性的关系

太岳山 10 个森林群落类型的丰富度指数变化十分明显, 说明研究区域物种的分布具有明显的不均匀性, 群落的组成、结构及其综合性质差异显著 (图 1(a))。从群落生境和外界干扰的情况分析, 丰富度指数有较大的波动。其中群落 2 和群落 6 形成鲜明的对比, 这是前者分布海拔低, 受砍伐和放牧等干扰频繁, 组成群落的物种为 7 种; 后者海拔较高, 远离居民点, 受人类活动的干扰较小, 群落结构相对

表 1 各群落的生境特征

Table 1 The environmental characteristics of the communities

群落序号 No.	海拔 Altitude (m)	坡向 Exposure	坡度 Slope gradient (°)	土壤 Soil	人为干扰 Human disturbance	枯枝落叶层 Ground litter (cm)
1	1 600	S	38	山地褐土	放牧、焦采	6
2	1 420	S	35	山地粗骨性褐土	旅游	3
3	1 560	SE	27	山地淋溶褐土	采伐、放牧	6
4	1 830	N	15	山地淋溶褐土	放牧	2
5	1 700	N	20	山地淋溶褐土	旅游、采伐	3
6	2 020	S	35	山地棕壤	放牧	7
7	1 400	S	25	山地褐土	采伐、旅游	2
8	1 400	EN	20	山地褐土	放牧	3
9	1 500	S	20	山地褐土	采伐、放牧	3
10	1 600	ES	25	山地淋溶褐土	采伐、放牧	4

稳定, 组成群落的物种数达 22 种, 是所有群落中最高的。图 1 看出, 群落丰富度指数和物种多样性指数表现出基本一致的变化趋势, 而均匀度指数基本上与前两类指数呈相反的变化趋势。群落 3 和 6 也具有较高的丰富度指数和物种多样性指数, 较低的均匀度指数, 而二者形成这种结果的原因却大相径庭: 群落 3 位于灵空山旅游圣地, 经常受到不同程度的人为干扰, 如践踏、砍伐及放牧干扰, 是辽东栎林砍伐后形成的人工次生林, 乔木层的覆盖度仅为 50%, 林下光照条件较好, 灌丛层和草本层种类丰富, 仅灌木就多达 11 种, 明显高于其它群落。由于群落生境的不均匀, 加之游客的扰动, 层间个体差异较大, 因而, 均匀度指数低是不足为奇的^[14,2,9]。而群落 6 分布在森林群落逐步向地山草甸过渡的地带, 海拔高度为 2 020 m, 虽然人迹罕至, 扰动较小, 群落相对稳定, 群落内草本植物种类丰富达 12 种, 由于分布海拔较高, 又处于群落的交错带, 因此, 具有较高的丰富度指数和物种多样性指数, 这与其他学者^[2,9]的研究结论一致。群落 2、4、5、10 的均匀度指数较高, 而丰富度指数、多样性指数较低, 其中, 群落 2 已趋于演替的顶极, 乔木层盖度达 80%, 平均树高为 19.8 m, 在群落中占有优势的地位, 林内灌木和草本种类仅 5 种, 因此, 丰富度指数和多样性指数在所有群落中是最低的。而群落 4、5、10 的总盖度均在 80% 以上, 乔木层盖度高达 50% ~ 60%, 由于均为辽东栎林破坏后处于次生演替阶段的山杨林、白桦+ 辽东栎林、山杨+ 辽东栎林, 灌木层和草本层的平均盖度分别为 30% 和 20%, 因此, 群落物

种多样性指数较低。

3.2.2 群落结构与物种多样性的关系

从群落结构的角度来研究生物群落的多样性是很有意义的。因为森林群落的结构是群落中植物与植物之间、植物与环境之间相互关系的可见标志, 同时也是群落其它特征的基础^[16]。本文分别以乔木层、灌木层和草本层作为研究对象, 从空间意义上来揭示太岳山森林群落多样性的构成特征及其变化规律。

暖温带森林中, 生物量和所占空间均是乔木层最大、灌木层次之、草本层最小, 但其物种多样性则表现出不同的趋势^[9]。从乔、灌、草各层的物种多样性指数计算结果分析表明, 大多数群落灌木层和草本层的物种丰富度指数高于乔木层, 群落的丰富度指数主要取决于灌木层和草本层, 草本层物种丰富度主要受乔木层和灌木层覆盖度大小的影响。具体来讲群落 3 和群落 8 中, 对群落丰富度贡献较大的为灌木层; 而群落 6 草本层的物种丰富度指数最高, 对群落的丰富度贡献较大。因此不同层次的物种对群落的贡献是不等价的。

各群落物种多样性指数在空间上的变化与丰富度指数的情况稍有不同, 例如群落 4 和群落 5, 灌木层与草本层的物种数相同, 但是, 灌木层的物种多样性指数(N_1 、 N_2) 皆大于草本层(表 2)。这是因为群落 4 和群落 5 的灌木层物种间的重要值都比较接近。而同样是这两个群落, 草本层物种的重要值则相差较大, 如在群落 4 中, 草本植物披针叶苔草(*Carex lanceolata*) 的重要值达 0.531, 而林地风毛

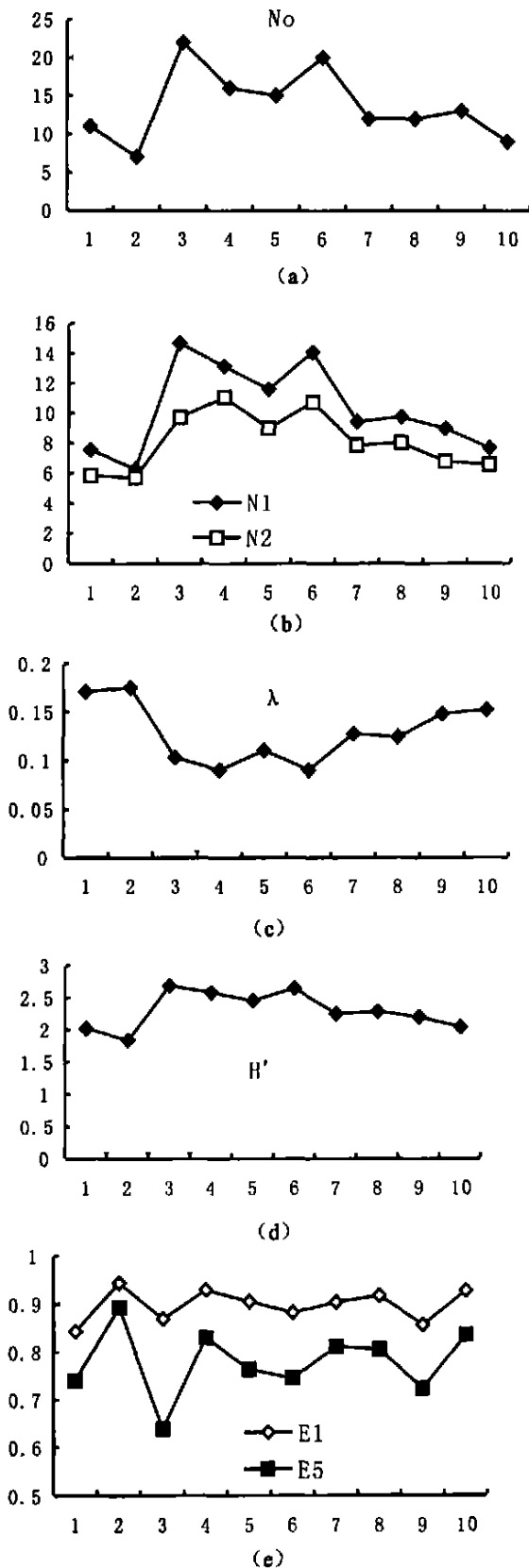


图 1 各群落的丰富度指数、多样性指数和均匀度指数变化

Fig. 1 Changes of The richness, diversity, and evenness

of the forest communities

菊 (*Saussurea sinuata*) 与山马兰 (*Kalimeris laetureana*) 的重要值仅为 0.046, 因而草本层的物种多样性指数 (N_1 , N_2) 值比灌木层的小也就不足为奇了。又如群落 2 和群落 10 草本层的均匀度指数都大于灌木层, 这是对群落 2 和群落 10 的草本层物种多样性指数大于灌木层的最好解释, 即较高的均匀性导致较高的多样性。在群落 2 中乔木层与灌木层的物种数相同 (表 2), 但乔木层的物种多样性小于灌木层, 这也是由于乔木层中油松的重要值为 0.837, 远大于山杨的重要值 (0.163); 而灌木层中胡枝子 (*Lespedeza bicolor*) 的重要值与照山白 (*Rhododendron micranthum*) 的重要值分别为 0.66 和 0.34, 物种多样性指数较高。然而群落 1、3、4、5、6、7、8、9 草本层的均匀度指数与灌木层的情形正好相反, 草本层的均匀度指数均小于灌木层, 因此这些群落草本层的物种多样性指数也都小于灌木层。由此可见, 物种多样性指数不仅取决于群落的种类组成, 更与种间的重要值配置有密切关系。

3.2.3 群落的空间分布与物种多样性的关系

随着海拔高度的变化, 光照、温度、湿度和土壤等生态因子都会发生相应的变化。太岳山植被的空间分布表现出显著的垂直带谱^[16], 其现存森林群落从海拔 1 400 m 到 2 100 m 基本呈连续分布。其丰富度指数、物种多样性指数和均匀度指数随海拔的变化如图 2 所示, 从图中可以看出, 与物种多样性指数的变化相一致, 丰富度指数与物种多样性指数表现出基本一致的变化趋势。而均匀性指数却呈相反的变化趋势, 亦即随海拔的升高, 物种多样性指数和丰富度指数趋于增高, 均匀度指数则随海拔升高而逐渐降低。这是因为均匀度指数在一定程度上与物种数目无关, 在物种一定的情况下, 均匀度指数与个体数目、重要值或生物量等指标在种间的配置状况有关。由于太岳山森林群落的分布空间 (海拔高度) 不同, 不同空间的生境差异主要是坡位、坡向、坡度等, 以及由此引起的光照、温度、湿度、水分、土壤和有机质含量等一系列生态条件的变化, 加之人为影响的作用, 导致不同空间各群落间的物种多样性指数出现波动性, 而总体趋势表现为随着海拔高度的上升, 群落的物种多样性指数增加。

3.2.4 物种多样性与群落动态的关系

群落动态是各组成要素相互作用的体现, 作为群落关键组成的物种多样性, 其产生、存在和发展是对生态环境响应的结果。因此, 物种多样性指数在

表 2 太岳山森林群落及其各层次物种多样性指数

Table 2 Species diversity indices of the forest communities and their layers in Taiyue Mountain

群落序号	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
群落 community	N ₀	11	7	22	16	15	20	12	12	13	9
	λ	0.171	0.175	0.103	0.090	0.110	0.090	0.127	0.124	0.148	0.152
	H'	2.020	1.836	2.685	2.575	2.451	2.643	2.246	2.278	2.195	2.037
	N ₁	7.540	6.272	14.661	13.126	11.594	14.057	9.446	9.755	8.979	7.670
	N ₂	5.838	5.713	9.715	11.063	8.988	10.722	7.846	8.050	6.779	6.573
	E ₁	0.843	0.944	0.869	0.929	0.905	0.882	0.904	0.917	0.856	0.927
	E ₅	0.740	0.894	0.638	0.830	0.764	0.745	0.811	0.805	0.724	0.835
乔木层 arbor layer	N ₀	2	2	2	4	3	2	2	3	2	3
	λ	0.727	0.649	0.639	0.303	0.556	0.528	0.562	0.365	0.749	0.348
	H'	0.445	0.536	0.546	1.277	0.788	0.664	0.629	1.053	0.417	1.077
	N ₁	1.560	1.709	1.727	3.587	2.200	1.943	1.876	2.865	1.518	2.936
	N ₂	1.376	1.542	1.565	3.303	1.798	1.893	1.779	2.741	1.335	2.877
	E ₁	0.641	0.773	0.788	0.921	0.718	0.958	0.908	0.958	0.602	0.980
	E ₅	0.671	0.764	0.777	0.890	0.665	0.947	0.889	0.933	0.647	0.970
灌木层 shrub layer	N ₀	5	2	11	6	6	6	6	7	5	2
	λ	0.312	0.551	0.117	0.177	0.199	0.181	0.213	0.157	0.273	0.712
	H'	1.357	0.641	2.253	1.755	1.687	1.740	1.654	1.891	1.437	0.462
	N ₁	3.885	1.890	9.517	5.782	5.405	5.695	5.230	6.625	4.206	1.588
	N ₂	3.205	1.816	8.581	5.634	5.023	5.537	4.690	6.355	3.666	1.404
	E ₁	0.843	0.925	0.940	0.979	0.942	0.971	0.923	0.972	0.893	0.667
	E ₅	0.765	0.908	0.890	0.969	0.913	0.966	0.872	0.952	0.831	0.688
草本层 herb layer	N ₀	4	3	9	6	6	12	4	2	6	4
	λ	0.500	0.377	0.173	0.334	0.248	0.132	0.423	0.598	0.308	0.311
	H'	0.967	1.035	1.957	1.395	1.579	2.228	1.087	0.591	1.433	1.277
	N ₁	2.630	2.816	7.079	4.036	4.850	9.281	2.967	1.806	4.193	3.585
	N ₂	1.999	2.650	5.766	2.993	4.037	7.583	2.366	1.671	3.248	3.219
	E ₁	0.698	0.943	0.891	0.779	0.881	0.897	0.784	0.853	0.800	0.921
	E ₅	0.613	0.908	0.784	0.656	0.789	0.795	0.694	0.834	0.704	0.859

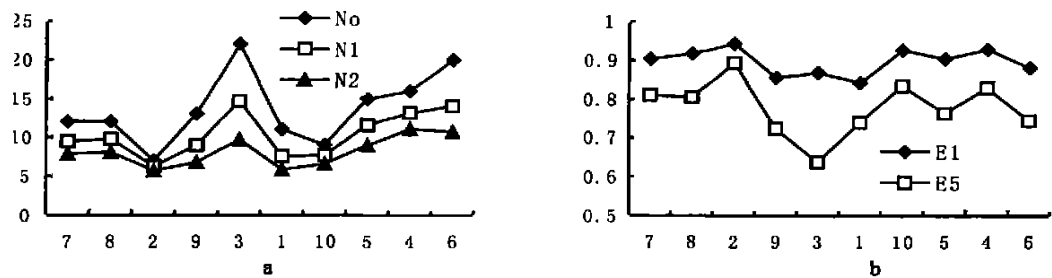


图 2 太岳山森林群落物种多样性随海拔的变化

Fig. 2 Changes of species diversity of the forest communities along altitude gradient

群落间的变化是群落生态学过程的前提和条件, 以群落总体重要值为基础的物种多样性指数和均匀度指数对群落不同层次进行测度, 成为定量比较不同群落动态间关系的重要依据。

太岳山森林群落是不同时期人为干扰后形成的次生群落类型, 具有较为明显的演替动态特征, 各群落处于不同的演替阶段。在分析物种多样性与森林群落动态关系时, 我们首先将太岳山 10 个森林群落类型按照次生恢复演替的一般规律, 划分为一定的演替序列^[1], 即由喜光速生的山杨、白桦为建群种组成的“先锋群落”, 进一步过度到由喜光耐阴的树种为共建种(山杨、白桦、胡桃楸、辽东栎、油松等)组成的混交林, 最后逐步发展为能够适应立地生境的建群种(辽东栎、油松和华北落叶松)组成的相对稳定的演替的顶级群落。

依据群落不同层次的物种多样性指数和均匀度指数配置特征(表 2), 太岳山森林群落可分为三类。群落 2、6、9 的共同特征是不同的层次多样性指数和均匀度指数为乔木层<灌木层<草本层; 群落 1、3、4、5、7、8 不同层次的物种多样性指数和均匀度指数特征为乔木层<灌木层>草本层; 群落 10 不同层次的物种多样性指数和均匀度指数特征为乔木层>灌木层<草本层。按照上述演替序列的划分这三个类别分别处于不同的恢复演替阶段, 群落 2、6、9 属相对稳定的演替的顶级群落, 群落 1、5 为“先锋群落”逐步向群落 3、4、7、8 混交林的阶段演替, 群落 10 是辽东栎林扰动后恢复初期。上述现象反映了次生恢复演替群落的各层次物种多样性在空间的分布随演替阶段而变化, 能够体现暖温带山地森林群落动态的一般特征。群落 3、6、4、5 均为混交林, 是演替进行中的不稳定类型, 这些群落的物种丰富度指数都较高; 处于相对稳定的群落 2、9, 物种丰富度指数则较低。

参考文献(References):

- [1] Song Yongchang[M]. *Vegetation Ecology*. Shanghai: Huazhong Normal University Press, 2001, 47~ 54. [宋永昌. 植被生态学[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001, 47~ 54.]
- [2] Zhang Lixia, Shangguan Tieliang, Zhang Feng. Vegetation Diversity of Luya Mountains[J]. *Chinese Biodiversity*, 2000, **8**(4): 361~ 369. [张丽霞, 张峰, 上官铁梁. 芦芽山植物群落的多样性研究[J]. 生物多样性, 2000, **8**(4): 361~ 369.]
- [3] Ma Keping, Huang Jianhui, Yu Shunli, et al. Plant Community Diversity in Dongling Mountain, Beijing. II Evenness, Richness and Diversity Index[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1995, **15**(3): 268~ 277. [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[J]. 生态学报, 1995, **15**(3): 268~ 277.]
- [4] Shangguan Tieliang, Jia Zhili, Xu Nian, et al. The Classification and the Diversity Analysis of Plant Community in Flood Plain Grassland of The Fen River, Shanxi[J]. *Grassland China*, 2000, (4): 9~ 15. [上官铁梁, 贾志力, 许念, 等. 汾河河漫滩草地植物群落的分类及多样性分析[J]. 中国草地, 2000, (4): 9~ 15.]
- [5] Wu Dongli, Shangguan Tieliang, Gao Hongwen. Study on Species Diversity of *Bothriochloa ischaemum* Community in Southeast Shanxi[J]. *Acta Agresia Sinica*, 2002, **10**(4): 237~ 243. [吴东丽, 上官铁梁, 高洪文. 山西东南部白羊草群落植物多样性研究[J]. 草地学报, 2002, **10**(4): 237~ 243.]
- [6] Chen Lingzhi. Present Status of Biodiversity Conservation and Related Issues in China[M]. Beijing: Science Publishing House, 1993, 114~ 162. [陈灵芝. 中国的生物多样性现状及保护对策[M]. 北京: 科学出版社, 1993, 114~ 162.]
- [7] The Editorial board of《Report of on Studies the National Condition of Biodiversity in China》. Report of on Studies the National Condition of Biodiversity in China[M]. Beijing: China Environment Science Press, 1998, 191~ 209. [《中国生物多样性国情研究报告》编写组. 中国生物多样性国情研究报告[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998, 191~ 209.]
- [8] Lu Shuyu. Environmental Impact Assessment[M]. Higher Education Press, 2001, 256~ 264. [陆书玉主编. 环境影响评价[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001, 256~ 264.]
- [9] Zhang Feng, Zhang Jintun, Shangguan Tieliang. Plant Diversity of Forest Community in Zhuweigou of Lishan mountain Nature Reserve[J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 2002, **26**(Sup.): 48~ 51. [张峰, 张金屯, 上官铁梁. 历山自然保护区猪尾沟森林群落植物多样性研究[J]. 植物生态学报 2002, **26**(增刊): 48~ 51.]
- [10] The Editorial board of《The Resources on Territory Atlas in Shanxi Province》. The Resources on Territory Atlas in Shanxi Province[M]. Beijing: China Surveying and Mapping Publishing House, 1990, 17~ 32. [《山西省国土资源地图集》编委会. 山西省国土资源地图[M]. 北京: 测绘出版社, 1990, 17~ 32.]
- [11] Ma Keping. The Measurement of Communiti Diversity. In: Qian Yingqian, Ma Keping. Principles and Methodologies of Biodiversity Studies[M]. Beijing: Chinese Science and Technology Press. [马克平. 生物群落多样性测度方法[A]. 见: 钱迎倩, 马克平. 生物多样性的原理与方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994, 141~ 165.]
- [12] Ludwig, J. A. Statistical Ecology. (translated by Li Yuzhong) [M]. Huhhot: Inner Mongolia University Press, 1988, 54~ 56. [Ludwig J. A., 统计生态学(李育中等译)[M]. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1988, 54~ 56.]
- [13] Zhang Feng, Shangguan Tieliang. On the Species Diversity of *Elaeagnus mollis* Community in Shanxi[J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 1999, **23**(5): 471~ 474. [张峰, 上官铁梁. 山西翅油树群落的多样性研究[J]. 植物生态学报, 1999, **23**(5): 471~ 474.]
- [14] Cheng Zhanhong, Zhang Jintun, Shangguan Tieliang, et al. Rela-

tionship between Tourism Development and Vegetation Environment in Luya Mountain Nature Reserve 1. Quality Analysis of Vegetation Environment. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, **22**(10): 1765~ 1773. [程占红, 张金屯, 上官铁梁, 等. 芦芽山自然保护区旅游开发与植被环境的关系 1. 植被环境质量分析. *生态学报*, 2002, **22**(10): 1765~ 1773.]

[15] Gao Xianming, Ma Keping, Chen Lingzhi. Species Diversity of some Deciduous Broad-leaved forests in the Warm-temperate zone and its Relations to Community Stability. *Acta Phytocologica Sinica*, 2001. **25**(3): 283~ 290. [高贤明, 马克平, 陈灵芝. 暖温带若干落叶阔叶林群落物种多样性及其与群落动态的关系. *植物生态学报*, 2001. **25**(3): 283~ 290.]

[16] Ma Ziqing, Shangguan Tielang, *et al.* *Vegetation in Shanxi*. Beijing: Beijing: Chinese Science and Technonolgy Press, 2001, 150~ 152. [马子清, 上官铁梁, 等. *山西植被*. 北京: 中国科学技术出版社, 2001, 150~ 152.]

Species Diversity of the Forest Communities
in Taiyue Mountain, Shanxi

MA Xiaoyong¹, SHANGGUAN Tielang^{1,2}

(1. Institute of Loess plateau, Shanxi University, Taiyuan, 030006 China;

2. College of Environment and Resources, Shanxi University, Taiyuan, 030006 China)

Abstract: According to data from 8 plots, the species diversity of 10 forest communities in Taiyue Mountain were studied by using richness indices, diversity indices and evenness indices. The results show: 1) A fluctuation for species diversity indices exists between different layers within a same community; and discrepancies between communities have correlations with their succession stages. When the community is in climax stage, the species diversity and evenness indices of the community were the lowest for the tree layer, and followed the shrub layer and herb layer sequentially; when the community seral pioneer and progressive succession stages, indices for tree layer < shrub layer > herb layer, and the tree layer > shrub layer < herb layer, respectively. 2) The species diversity of communities in Taiyue Mountain shows for successional variation along with its vertical distribution. It showed that the species diversity indices increase with the increase of elevation. 3) There are evident differences among the species diversities of forest communities in Taiyue Mountain, which are not only determined by species richness indices, but also have a closer relationship with the evenness indices of respective species and hence can influence their respective contributions to the overall species diversity of the community

Key words: forest community; species diversity index; community structure; community dynamics; Taiyue Mountain