

# 人类活动对榆树疏林土壤环境和植物多样性的影响\*

杨利民<sup>1,2,\*</sup> 周广胜<sup>2</sup> 王国宏<sup>2</sup> 王玉辉<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 吉林农业大学农业生态研究中心, 长春 130118; <sup>2</sup> 中国科学院植物研究所, 北京 100093)

**【摘要】** 人类活动已成为地球上生物多样性的主要影响因素, 而生物多样性的变化是目前主要的全球变化问题之一。榆树疏林是分布于温带草原地带的沙地生境顶级群落, 其生态环境脆弱, 极易遭到人类活动的破坏。研究结果表明, 各种人类活动(包括人工林的建造)对原生榆树疏林土壤环境和植物多样性有很大的影响, 其中人工樟子松林和重牧干扰影响最大, 其次是人工杨树林。在沙地环境治理中应充分地考虑自然规律和系统的短期与长期生态过程的统一。

**关键词** 榆树疏林 人类活动 土壤环境 植物多样性

**文章编号** 1001-9332(2003)03-0321-05 **中图分类号** Q145+.2, Q948.12 **文献标识码** A

**Effect of human activities on soil environment and plant species diversity of elm sparse woods.** YANG Limin<sup>1,2</sup>, ZHOU Guangsheng<sup>2</sup>, WANG Guohong<sup>2</sup>, WANG Yuhui<sup>2</sup> (<sup>1</sup>Agroecological Research Center, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China; <sup>2</sup>Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China). -*Chin. J. Appl. Ecol.*, 2003, 14(3): 321~325.

Human activities have a major impact on the biodiversity of the earth, while biodiversity change is considered as an important global change in its own right. Elm sparse woods is a climax community distributed on the sandland in temperate steppe zone. Its habitat conditions are much more fragile, and are easily destroyed. Our studies on the effect of human activities on soil environment and plant diversity showed that the main soil environmental factors and plant species diversity had some obvious changes, of which, the changes of man-made pine woods and heavy grazing disturbance were the largest, and the of man-made poplar woods were the in those next place. It is suggested that natural laws and consistency of ecosystem processes in the low and long temporal scale should be considered adequately in the environment management of sandland.

**Key words** Elm sparse woods, Human activity, Soil environment, Plant species diversity.

## 1 引言

生物多样性是所有生命系统的固有特征, 是人类赖以生存的基础。然而, 人类不合理的经济活动所带来的土地利用与覆盖的变化、生境的破碎化、典型生态系统结构和功能过程的破坏和生物资源的过度利用等对生物多样性均已构成严重威胁。人类活动已成为地球上生物多样性的主要影响因素, 而生物多样性的变化是全球变化的重要问题之一<sup>[2]</sup>。榆树疏林是温带典型草原和草甸草原亚地带, 适应半干旱半湿润气候的隐域性沙地顶级植物群落。在我国主要分布于松辽平原和内蒙古高原的小腾格里沙地, 最北可到内蒙古呼伦贝尔海拉尔河流域的南部<sup>[13, 19]</sup>。榆树疏林分布区是典型的生态脆弱区, 极易遭到人类活动的破坏, 导致土地沙化、生态环境恶化和生物多样性丧失。榆树疏林分布在沙地生境上, 是防风固沙、保护沙区生态环境和周边土地资源的一种重要的植物群落类型, 也是耐旱沙生植物的重要物种基因库和草原野生动物的重要避难所和栖息地<sup>[15]</sup>。然而, 由于人类的干扰(如毁林开荒、过度放

牧, 甚至片面地建立人工林群落等), 不同程度地破坏了榆树疏林的生态环境, 影响了其特有的生态作用。目前有关榆树疏林的研究还很少, 对其生物多样性的研究尚未见报道<sup>[13, 15, 19]</sup>。为此, 从人工林群落、弃耕地恢复群落和放牧干扰等角度研究了主要人类活动对榆树疏林土壤环境和植物物种多样性的影响, 为保护和合理利用榆树疏林, 制定合理的退耕还林还草政策, 恢复其特有的生态系统服务功能提供理论依据。

## 2 研究地区与研究方法

### 2.1 研究区域概况

研究样地位于吉林省长岭县和松源市交界处, 地理位置 40°40'~40°44'N, 123°44'~123°47'E。地形为广阔的平原低地被连绵起伏的带状固定沙丘群分割, 一般起伏不大, 相对高度仅几米到几十米。沙丘岗地植被为原生榆树疏林, 周围广大平原是羊草盐碱化草甸和杂类草草甸, 形成草甸沙丘植

\* 国家重点基础研究发展规划项目(G1999043407)和中国科学院知识创新工程资助项目(KSCX2-1-07)。

\*\* 通讯联系人。

2001-06-18 收稿, 2002-01-12 接受。

被复合体。气候属典型的半干旱半湿润大陆性季风气候,年均温 4.9℃;年均降水量 470 mm,主要集中在 6~8 月;年均蒸发量 1668 mm,约为降水量的 3.5 倍。沙丘土壤多为沙地原始钙质土。建群种仅家榆(*Ulmus pumila*)1 种,为树高约 3~5 m 的小乔木,呈丛状散生,偶可见到大果榆(*U. macrocarpa*);灌木层极不发达,仅有少量山里红(*Crataegus dahurica*)、杠柳(*Periploca sepium*)、苦参(*Sophora flavescens*)、驼绒藜(*Eurotia ceratoides*)等灌木或半灌木散生其中;草本层比较发达,以大针茅(*Stipa grandis*)、羊草(*Leymus chinensis*)、冰草(*Agropyron cristatum*)、糙稷子草(*Cleistogenes squarrosa*)、甘草(*Glycyrrhiza uralensis*)和细叶黄芪(*Astragalus tenuis*)等旱生或广旱生植物为优势种或常见种。放牧干扰下常形成以糙稷子草和蒺藜(*Tribulus terrestris*)为优势的退化类型。目前研究样地保存良好的原生榆树疏林已得到地方政府的保护,开垦的土地已退耕恢复多年。沙丘上还栽植有以小叶杨(*Populus simonii*)为主的人工防风固沙林。也有部分地区栽有人工樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongolica*)经济林,本研究取自长岭县东岭林场,其生境和原生植被的物种组成与上述研究样地基本一致。

## 2.2 研究方法

2.2.1 群落调查与取样方法 以榆树疏林林下草本植物群落在人类活动(放牧地、弃耕地、人工林地)影响下植物多样性的变化为主。野外取样工作于 1998~1999 年 7 月进行。选取原生榆树疏林保存完好和典型的人类活动影响类型,随机 20 个 50 cm × 50 cm 样方,记录植物种类高度和密度,并收割烘干称取生物量。土壤样品为随机 5 次重复,取样深度分 0~10、10~20 和 20~30 cm 3 个层次,采用重铬酸钾法、凯氏定 N 法、钼锑抗比色法和原子吸收光谱法分别测定土壤有机 C、全 N、全 P、全 K,采用 pH 计和烘干法分别测定土壤 pH 和含水量<sup>[9]</sup>。

2.2.2 植物多样性的测度 根据 Alatalo<sup>[11]</sup>、Kempton 等<sup>[3,4]</sup>、马克平等<sup>[7]</sup>和杨利民等<sup>[16]</sup>对多个多样性测度指数的分析结果,选取下列 3 个测度群落物种丰富度、均匀度和多样性的  $\alpha$  多样性指数,并采用大折刀(Jack-knifing)统计处理<sup>[18]</sup>。Magurran<sup>[8]</sup>认为大折刀统计法不仅可以给出各指数的置信区间,而且可避免由于计算样本顺序的不同带来的麻烦,并且较 Pielou<sup>[8]</sup>的积累样方法更加简便易行。采用 Wilson 等<sup>[14]</sup>对常用  $\beta$  多样性指数的群落变换、添加性、独立于  $\alpha$  多样性和独立于取样数目等分析后提出的  $\beta$  多样性指数。

1)  $\alpha$  多样性测度指数丰富度指数:

$$Q = (0.5n_{R_1} + \sum nr + 0.5n_{R_2}) / \ln(R_2/R_1);$$

均匀度指数:  $E = (D-1)/(e^{H^1}-1)$ ;

多样性指数: a) Shannon 指数  $H^1 = -\sum(n_i/N)\ln(n_i/N)$ ; b) Simpson 指数  $D = 1 - \sum[n_i(n_i-1)]/[N(N-1)]$ 。

2)  $\beta$  多样性测度指数:  $\beta = [g(H) + l(H)]/2\alpha$

式中,  $R_1$  和  $R_2$  分别为物种累积数四分位点低点(25%)和高点(75%)时个体数;  $n_{R_1}$  和  $n_{R_2}$  分别为四分位点低点和高点时种数;  $n_r$  为四分位点总种数;  $n_i$  为第  $i$  种个体数或生物量;  $N$

为物种总体数或生物量;  $g(H)$  为沿系统梯度(这里是人类活动干扰)获得物种数;  $l(H)$  为沿系统梯度丢失物种数。

## 3 结果与分析

### 3.1 土壤水分和养分资源因子的变化

表 1 反映了人类活动影响下榆树疏林土壤水分和养分资源因子的变化趋势。方差分析结果表明,各群落不同土壤层间水分、养分及其它环境因子的差异多数达到显著水平,仅个别群落个别层间差异不显著,说明同一群落内土壤环境因子在层间呈明显差异。从不同人类活动对土壤环境因子影响的总体变化趋势看,与原生榆树疏林相比,人工松林的各因子变化较大,C、N、P 和 K 等养分因子 3 层平均值分别增加了 27、30.9、8.3 和 6.0%,特别是土壤水分增加了 42.5%,各土壤层间均达显著水平;人工杨树林土壤水分也增加了 20.5%,达到显著水平,但其它因子变化不大,仅各层间差异显著;弃耕地恢复群落各因子的变化多数达显著水平,且以土壤 N 的变化最为明显,比原生榆树疏林增加了 47.7%,而 C 和 P 的变化相对较小;放牧干扰各因子表现出明显的恶化趋势,特别是重度放牧导致土壤更加干旱化,土壤水分下降了 36.2%,土壤 C、N、P 和 K 分别下降了 44.6、53.7、42.4 和 25.4%;土壤 pH 除人工松林明显下降,3 层均达到显著水平以外,人工杨树林和弃耕地次之,仅表层变化不显著,而放牧干扰变化不大。

### 3.2 群落种类组成和数量特征的变化

表 2 反映了各群落 20 个调查样方中出现的常见草本植物科、属、种组成总数。与原生榆树疏林相比,科组成除重牧和人工松林明显减少,分别达到 60% 和 33.3% 外,其它人类活动对科组成的影响不大。而属和种组成发生较明显的变化,重牧和人工松林明显减少,属分别减少 52.6% 和 31.6%,种分别减少 43.5% 和 30.4%;轻牧和人工杨树林属数减少 10.5%,种分别减少 17.4% 和 13.0%;弃耕地恢复群落属和种组成明显增加,分别增加了 34.5% 和 32.4%。群落平方米密度和生物量与原生榆树疏林相比,各种人类活动影响均达到显著变化水平(表 2),人工松林、人工杨树林、重牧干扰和弃耕地恢复群落表现为生物量和密度明显下降,特别是人工松林和重牧干扰的生物量下降率分别达 70.4% 和 63.9%,密度分别达 85.9% 和 42.1%,而轻牧干扰的密度增加了 16%。人工杨树林、弃耕地和轻牧三者间生物量差异不显著,而人工杨树林、弃耕地和重

表 1 人类活动对榆树疏林土壤环境因子的影响  
Table 1 Effect of human activities on soil environment factors of elm sparse woods

群落 Communities	取样深度 Sampling depth (cm)	有机 C Organic C (%)	全 N Total N (%)	全 P Total P (%)	全 K Total K (%)	含水量 Soil humidity (%)	pH
A	0~10	2.055 ± 0.063 <sup>Ab</sup>	0.094 ± 0.004 <sup>Ab</sup>	0.047 ± 0.006 <sup>Ab</sup>	2.378 ± 0.065 <sup>Ab</sup>	5.74 ± 0.57 <sup>Ab</sup>	7.5 ± 0.1 <sup>Ab</sup>
	10~20	1.695 ± 0.172 <sup>Ba</sup>	0.063 ± 0.011 <sup>Ba</sup>	0.028 ± 0.005 <sup>Ba</sup>	2.126 ± 0.111 <sup>Ba</sup>	6.08 ± 0.64 <sup>Ab</sup>	7.5 ± 0.1 <sup>Ab</sup>
	20~30	0.813 ± 0.074 <sup>Ca</sup>	0.043 ± 0.005 <sup>Ca</sup>	0.025 ± 0.005 <sup>Ba</sup>	2.014 ± 0.104 <sup>Ba</sup>	8.81 ± 0.28 <sup>Ba</sup>	7.8 ± 0.1 <sup>Ba</sup>
	平均值 Means	1.509 ± 0.639	0.067 ± 0.026	0.033 ± 0.012	2.173 ± 0.186	6.87 ± 1.68	7.6 ± 0.17
B	0~10	2.708 ± 0.101 <sup>Ab</sup>	0.143 ± 0.030 <sup>Ab</sup>	0.058 ± 0.005 <sup>Ab</sup>	2.313 ± 0.112 <sup>Ab</sup>	10.40 ± 0.4 <sup>Ab</sup>	7.1 ± 0.1 <sup>Ab</sup>
	10~20	1.943 ± 0.086 <sup>Bb</sup>	0.085 ± 0.012 <sup>Bb</sup>	0.031 ± 0.003 <sup>Ba</sup>	2.295 ± 0.105 <sup>Ab</sup>	11.16 ± 0.5 <sup>Ab</sup>	7.1 ± 0.1 <sup>Ab</sup>
	20~30	1.553 ± 0.079 <sup>Cb</sup>	0.062 ± 0.011 <sup>Cb</sup>	0.020 ± 0.006 <sup>Ba</sup>	2.328 ± 0.061 <sup>Ab</sup>	14.29 ± 0.5 <sup>Bb</sup>	7.5 ± 0.1 <sup>Bb</sup>
	平均值 Means	2.068 ± 0.588	0.097 ± 0.042	0.036 ± 0.020	2.312 ± 0.017	11.95 ± 2.06	7.2 ± 0.23
C	0~10	2.149 ± 0.060 <sup>Ab</sup>	0.099 ± 0.013 <sup>Ab</sup>	0.049 ± 0.006 <sup>Ab</sup>	2.228 ± 0.071 <sup>Ab</sup>	6.29 ± 0.39 <sup>Ac</sup>	7.4 ± 0.1 <sup>Ab</sup>
	10~20	1.568 ± 0.111 <sup>Ba</sup>	0.061 ± 0.008 <sup>Ba</sup>	0.025 ± 0.001 <sup>Ba</sup>	2.081 ± 0.099 <sup>Ba</sup>	8.22 ± 0.28 <sup>Bc</sup>	7.3 ± 0.0 <sup>Ac</sup>
	20~30	0.962 ± 0.069 <sup>Cc</sup>	0.048 ± 0.011 <sup>Ba</sup>	0.025 ± 0.002 <sup>Ba</sup>	1.991 ± 0.097 <sup>Ba</sup>	11.41 ± 0.5 <sup>Cc</sup>	7.5 ± 0.1 <sup>Ab</sup>
	平均值 Means	1.560 ± 0.594	0.069 ± 0.019	0.033 ± 0.014	2.101 ± 0.120	8.64 ± 2.60	7.4 ± 0.10
D	0~10	2.059 ± 0.147 <sup>Ab</sup>	0.152 ± 0.014 <sup>Ab</sup>	0.063 ± 0.006 <sup>Ab</sup>	1.984 ± 0.130 <sup>Ab</sup>	6.04 ± 0.08 <sup>Ac</sup>	7.4 ± 0.0 <sup>Ab</sup>
	10~20	1.718 ± 0.225 <sup>Ba</sup>	0.126 ± 0.027 <sup>Bc</sup>	0.024 ± 0.003 <sup>Bc</sup>	1.828 ± 0.109 <sup>Bc</sup>	7.15 ± 0.22 <sup>Bd</sup>	7.4 ± 0.1 <sup>Ac</sup>
	20~30	1.006 ± 0.106 <sup>Cd</sup>	0.105 ± 0.013 <sup>Cc</sup>	0.021 ± 0.001 <sup>Ba</sup>	2.049 ± 0.095 <sup>Ab</sup>	7.81 ± 0.44 <sup>Cd</sup>	7.5 ± 0.0 <sup>Bb</sup>
	平均值 Means	1.594 ± 0.537	0.128 ± 0.024	0.036 ± 0.023	1.954 ± 0.114	7.00 ± 0.89	7.4 ± 0.1
E	0~10	1.467 ± 0.066 <sup>Ac</sup>	0.073 ± 0.011 <sup>Ac</sup>	0.026 ± 0.003 <sup>Ac</sup>	2.001 ± 0.087 <sup>Ad</sup>	5.040.09 <sup>Ad</sup>	7.4 ± 0.1 <sup>Ab</sup>
	10~20	1.114 ± 0.077 <sup>Bc</sup>	0.059 ± 0.017 <sup>Ba</sup>	0.022 ± 0.002 <sup>Bc</sup>	1.929 ± 0.051 <sup>Ac</sup>	5.71 ± 0.29 <sup>Bc</sup>	7.6 ± 0.1 <sup>Ba</sup>
	20~30	0.899 ± 0.104 <sup>Ca</sup>	0.020 ± 0.008 <sup>Cd</sup>	0.018 ± 0.002 <sup>Cb</sup>	1.078 ± 0.046 <sup>Bc</sup>	7.09 ± 0.13 <sup>Cc</sup>	7.8 ± 0.1 <sup>Ca</sup>
	平均值 Means	1.160 ± 0.287	0.051 ± 0.027	0.022 ± 0.004	1.669 ± 0.513	5.95 ± 1.05	7.6 ± 0.20
F	0~10	1.015 ± 0.111 <sup>Ad</sup>	0.045 ± 0.014 <sup>Ad</sup>	0.022 ± 0.001 <sup>Ac</sup>	1.999 ± 0.063 <sup>Ad</sup>	3.14 ± 0.09 <sup>Ac</sup>	7.5 ± 0.1 <sup>Ab</sup>
	10~20	0.729 ± 0.123 <sup>Bd</sup>	0.024 ± 0.004 <sup>Bd</sup>	0.017 ± 0.004 <sup>Bd</sup>	1.782 ± 0.024 <sup>Bc</sup>	4.52 ± 0.26 <sup>Bf</sup>	7.5 ± 0.0 <sup>Ab</sup>
	20~30	0.763 ± 0.045 <sup>Bc</sup>	0.023 ± 0.002 <sup>Bc</sup>	0.017 ± 0.003 <sup>Bb</sup>	1.081 ± 0.051 <sup>Cc</sup>	5.49 ± 0.52 <sup>Cf</sup>	7.5 ± 0.1 <sup>Ab</sup>
	平均值 Means	0.836 ± 0.156	0.031 ± 0.012	0.019 ± 0.003	1.121 ± 0.480	4.38 ± 1.18	7.5 ± 0.12

A) 榆树疏林 Elm sparse wood; B) 人工松林 Man-made pine woods; C) 人工杨树林 Man-made poplar woods; D) 弃耕地 Abandoned field; E) 轻牧 Light grazing; F) 重牧 Heavy grazing; 下图表同 The same below all figures and tables. 群落内层间及不同群落同一层间差异显著性分别用大写字母和小写英文字母表示 The significant differences between layers in the same community and between the same layer in different communities were showed respectively in capital letters and small letters.

表 2 人类活动对榆树疏林科、属、种组成及生物量和个体多度影响  
Table 2 Effect of human activities on family, genus and species component, as well as biomass and abundance

群落 Communities	科数 Family number	属数 Genus number	种数 Species number	生物量 Biomass (g·m <sup>-2</sup> )	密度 Density (plant·m <sup>-2</sup> )
A	15	19	23	337.4 ± 78.9a	879 ± 106a
B	10	13	16	99.9 ± 15.9b	124 ± 33b
C	15	17	20	242.7 ± 27.9c	570 ± 56c
D	16	29	34	268.5 ± 59.2c	595 ± 101c
E	14	17	19	251.4 ± 33.1c	1047 ± 144d
F	6	9	13	121.5 ± 30.6d	509 ± 96c

牧三者间密度间差异不显著.

### 3.3 群落植物物种多样性的变化

上述各种人类活动影响下土壤环境因子、群落种类组成及数量特征的变化综合反映在植物 α 多样性的变化. 物种丰富度指数的测度结果表明(图 1a), 弃耕地恢复群落最高, 重牧干扰和人工松林最低, 原生榆树疏林居中, 而人工杨树林和轻牧干扰比原生榆树疏林略低, 但下降幅度不大. 尽管采用折刀统计处理后, 均匀度较低类型指数出现负值, 但其生态学意义没有改变, 即指数值越大均匀度越高. 物种均匀度指数的测度结果表明(图 1b), 弃耕地均匀度最高, 其次是轻牧干扰、原生榆树疏林和人工杨树林, 而重牧干扰和人工松林最低. 物种多样性指数的测度结果综合反映了丰富度和均匀度的变化(图 1c), 即耕地恢复群落 > 轻牧干扰 > 原生榆树疏林 >

人工杨树林 > 重牧干扰 > 人工松林. 以密度和生物量作为多样性指数计算参数的结果, 除指数值有一定差异外, 各种人类活动影响间的变化趋势基本一致.

α 多样性表达了群落间或各种演替类型间物种

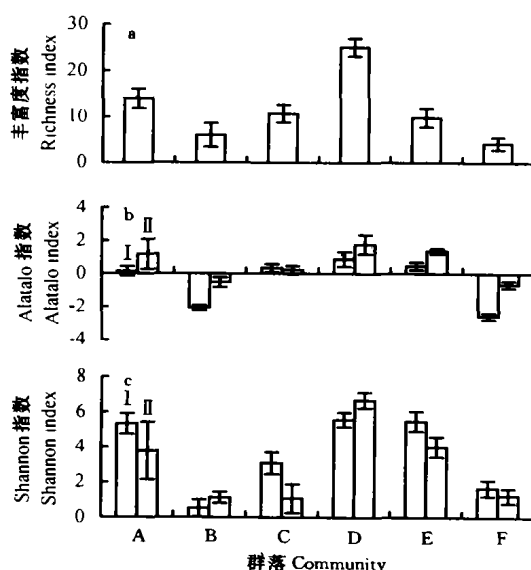


图 1 人类活动影响下榆树疏林植物 α 多样性的变化  
Fig. 1 Changes of plant α diversity of elm sparse woods under the effect of human activities.

I. 密度参数 Density parameter; II. 生物量参数 Biomass parameter.

丰富度、均匀度和多样性的差异,而 $\beta$ 多样性从另一侧面表达了群落间或各种演替类型间物种的变化速率.从某种意义上讲, $\beta$ 多样性的研究更能反映某一人为扰动因素及其强度对群落多样性的干扰程度和生境的变异程度<sup>[17]</sup>. $\beta$ 多样性越高其多样性的变化速率越大,群落间或演替类型间物种变化越大.图2反映了各种人类活动影响下,榆树疏林植物科、属、种多样性的变化速率.从植物科、属、种 $\beta$ 多样性指数的测度结果看,其变化规律是一致的,即人工松林和重牧干扰多样性变化速率最大,说明两种人类活动对原生榆树疏林植物多样性的影响最大,而轻牧干扰 $\beta$ 多样性最低,说明其对原生榆树疏林植物多样性的影响最小,人工杨树林和弃耕地恢复群落的 $\beta$ 多样性居中.从植物科、属、种 $\beta$ 多样性指数的比较上看,种的变化最大,而科的变化最小,属的变化居中,说明人类活动影响下,榆树疏林植物多样性的变化以种级分类群为主,其次是属级分类群,而科级分类群的变化相对较小.

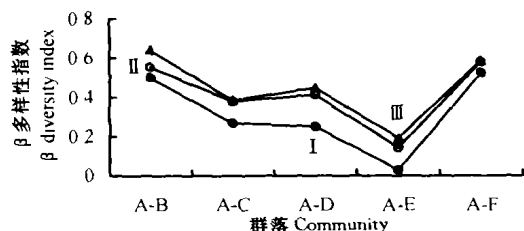


图2 人类活动影响下榆树疏林植物科、属、种的 $\beta$ 多样性  
Fig.2 Beta diversity of family, genus and species of plant in elm sparse woods under the effect of human activities.  
I. 科 Family; II. 属 Genus; III. 种 Species.

### 3.4 群落植物物种多度分布的变化

物种的多度分布反映了群落调查中更多的信息,是调查资料最具体的数学描述.尽管物种多度分

布可以被一个或多个数学模型描述,但通常多样性主要与4个分布模型有关,即对数正态分布、几何级数分布、对数级数分布和断棍分布<sup>[8]</sup>.几何级数分布反映了物种间以十分严格的等级制度利用着有限的资源,一个单一的优势种优先占领资源的大部分,紧接下来的种优先占领剩余的一小部分,依次瓜分全部资源.这样的群落物种相对贫乏,而可利用的环境资源相对严酷.对数正态分布描述了中等多度种类更加常见,这样的群落物种相对丰富,而环境条件也相对优越.断棍分布反映了物种非优先占领资源,而是资源相对均等地被瓜分.对数级数分布恰好拟合了对数正态分布和几何级数分布的中间类型<sup>[6,8]</sup>.人类活动影响下榆树疏林植物物种多度分布的研究结果表明(图3),人工松林和重牧干扰类似于几何级数分布,说明其生境条件趋于恶化,尽管人工松林土壤水分及养分因子得到一定改善,但光照条件,甚至某些化学物质,可能成为许多原生物种的制约因素.轻牧干扰和弃耕地恢复群落的植物多度分布更接近对数正态分布,说明轻牧干扰对原生优势种具有一定的抑制作用,促进其它多度较低物种的发展,而弃耕地可能正处于恢复中期,群落均匀度较高.人工杨树林更好地拟合对数级数分布.而原生榆树疏林似乎与4种分布类型均不拟合,多度较低物种占有较大比例,说明顶级类型物种优势度较高,通过适当的人为干扰可增加均匀度和多样性.

## 4 结 语

Larcher<sup>[5]</sup>曾指出,作为有意识和有目的的自然改造者——人类,以无与伦比的效率干预自然过程,并建造起他们所喜爱的新环境,但也可能错用这些无比的才能,特别是在他们未能认识到环境的相互

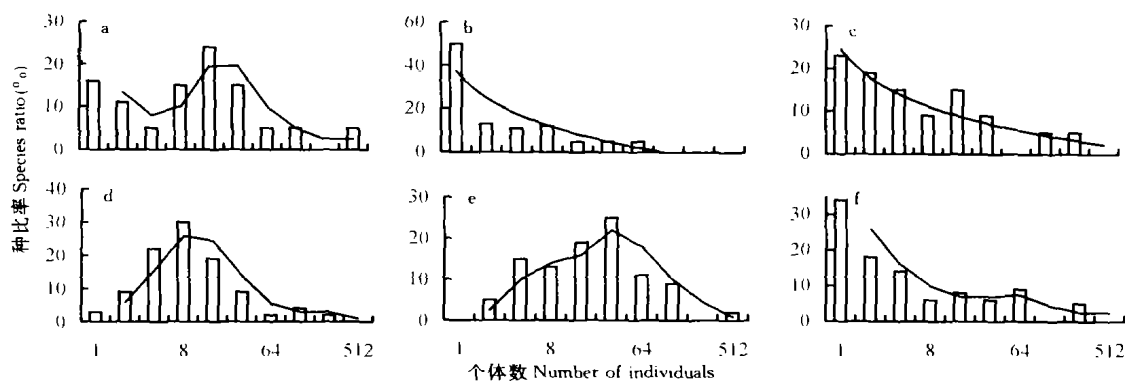


图3 人类活动影响下榆树疏林植物物种多度分布的变化  
Fig.3 Changes of abundance distribution of plant species of elm sparse woods under the effect of human activities.  
a) 榆树疏林 Elm sparse woods; b) 人工松林 Man-made pine woods; c) 人工杨树林 Man-made poplar woods; d) 弃耕地 Abandoned field; e) 轻牧 Light grazing; f) 重牧 Heavy grazing.

关系, 以及其意愿未受到责任感的约束时, 常会干扰甚至破坏地球上所有的生境. 人类已不仅仅是生态系统中的一员, 而已成为一个强大的地质动因, 深刻地改变着地球环境<sup>[5]</sup>. 生物多样性正是在人类这种有意与无意改造自然的过程中发生了前所未有的变化, 物种的快速灭绝是这种变化的最终结局. 而生物多样性是维持人类社会持续发展的基础. 为此, 人类活动怎样影响生物多样性的变化, 其影响程度如何, 以及如何控制和降低其影响已成为人们关注的焦点. Sala 等<sup>[10]</sup>在全面分析由人类活动所引起的土地利用、气候变化、N 的流失、生物贸易和 CO<sub>2</sub> 排放 5 个主要影响因素之后, 认为土地利用是人类活动对生物多样性变化影响的最主要的动因, 其次是气候的变化.

榆树疏林是沙地生境上一种特殊的隐域性顶级植被类型, 其生态系统特征有着深刻的草原化特点. 由于过度放牧和农垦等人类活动的影响, 导致其生境的荒漠化和生物多样性的丧失. 为此, 荒漠化防治与退耕还林还草已成为环境治理的重点. 但在环境治理中, 在退耕还林还草的过程中, 应更加重视还什么样的林, 还什么样的草, 如何还林还草, 以及由此可能带来的长期的生态学问题. 目前, 我国东北地区草甸草原亚地带内的榆树疏林大多已被改造成或人为破坏后再造成人工杨树林或松林. 综上所述研究可见, 人工林与原生榆树疏林相比, 其环境和植物多样性的变化是巨大的, 特别是生物多样性呈明显的减少趋势. 人工林由于阴闭环境导致原生喜光耐旱植物种类无法生存或生存质量下降, 进而生物多样性显著降低; 而放牧干扰由于牲畜的啃食践踏和生境的进一步沙化及干旱化导致生物多样性显著下低. 另外, 有研究报道, 在干旱和半干旱地区, 不宜于发展森林植被, 因为树木强大的蒸腾作用导致了浅层地下水位的下降和河流流量的减少, 进而可能导致区域的进一步干旱化<sup>[11, 12]</sup>. 这使之不得不考虑沙地生境的自然过程为什么没有形成典型的森林植被, 而是具有更多草原化特点的榆树疏林. 特定地区自然生态系统的形成有其必然性, 有其更适合于自然特点的结构、功能, 并维持着一定的生物多样性. 榆树疏林特殊的结构特点和植物多样性, 为动物区系的生存提供了特有的避难所、栖息地和食物资源, 这是人工林所无法替代的. 因此, 在治理沙地环境时, 应

充分考虑自然规律, 考虑系统的短期和长期生态过程的协调统一.

#### 参考文献

- 1 Alatalo RV. 1981. Problems in the measurement of evenness in ecology. *Oikos*, **37**: 199~204
- 2 Chapin FS, Zavaleta ES. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature*, **405**: 234~242
- 3 Kempton RA, Taylor LR. 1976. Models and statistics for species diversity. *Nature*, **262**: 818~820
- 4 Kempton RA, Taylor LR. 1978. The Q-statistic and the diversity of floras. *Nature*, **275**: 252~253
- 5 Larcher W. 1975. Trans. Li B(李博). 1980. Physiological Ecology of Plant. Beijing: China Science and Technology Press. 1~10(in Chinese)
- 6 Ludwig JA, Lanners JF. 1988. Trans. Li Y-Z(李育中) 1990. Statistic Ecology. Huhehaot: Inner Mongolia University Press. 54~66(in Chinese)
- 7 Ma K-P(马克平), Huang J-H(黄建辉), Yu S-L(于顺利), et al. 1995. Plant community diversity in Dongling Mountain, Beijing II. Species richness, evenness and species diversity. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **15**(3): 268~277(in Chinese)
- 8 Magurran AE. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton: Princeton University Press. 142~159
- 9 Nanjing Institute of Soil, the Chinese Academy of Sciences(中国科学院南京土壤研究所). 1978. Analysis of Phisics and Chemistry of Soil. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press. 72~136(in Chinese)
- 10 Sala OE, Chapin FS, Armesto JJ, et al. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, **287**: 1770~1774
- 11 Schaeffer SM, Williams DG, Goodrich DC. 2000. Transpiration of cottonwood/willow forest estimated from sap flux. *Agric For Meteorol*, **105**: 257~270
- 12 Stromberg J. 1998. Dynamics of fremont cottonwood (*Populus fremontii*) and saltcedar (*Tamarix chinensis*) populations along the San Pedro River, Arizona. *J Arid Environ*, **40**: 133~155
- 13 The Integrative Investigation Team for Inner Mongolia and Ningxia organized by the Chinese Academy of Sciences(中国科学院内蒙古宁夏综合考查队). 1985. Vegetation of Inner Mongolia. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- 14 Wilson MV, Shmida A. 1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. *J Ecol*, **72**: 1055~1064
- 15 Yang L-M(杨利民), Han M(韩梅), Wang L-J(王丽君). 1996. The signification of elm sparse woods in maintaining grassland ecology regions. *J Jilin Agric Univ*(吉林农业大学学报), **18**(supp.): 53~55(in Chinese)
- 16 Yang L-M(杨利民), Han M(韩梅), Li J-D(李建东). 1997. The effect of soil salinization on the plant diversity of *Leymus chinensis* grassland. *Acta Agrest Sin*(草地学报), **5**(3): 154~160(in Chinese)
- 17 Yang L-M(杨利民), Li J-D(李建东), Yang Y-F(杨允菲). 1999.  $\beta$ -diversity of grassland communities along gradient of grazing disturbance. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), **10**(4): 442~446(in Chinese)
- 18 Zalh S. 1977. Jack-knifing an index of diversity. *Ecology*, **58**: 907~913
- 19 Zheng H-Y(郑慧莹), Li J-D(李建东). 1993. Grassland Vegetation and Their Use and Protection in Shongnan Plain. Beijing: Science Press. 109~117(in Chinese)

作者简介 杨利民, 男, 1963 年出生, 教授, 博士后, 主要从事生物多样性与全球变化的研究, 发表论文 40 余篇. Tel: 0431-4514891, E-mail: ylmh777@sohu.com