

# 华北土石山区天然森林植被演替中群落结构和物种多样性变化的研究

王树森<sup>1,2</sup>, 余新晓<sup>1</sup>, 班嘉蔚<sup>1</sup>, 张振明<sup>1</sup>, 鲁绍伟<sup>1</sup>, 王计平<sup>1</sup>

(1. 北京林业大学水土保持学院, 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京 100083;

2. 内蒙古农业大学生态环境学院, 呼和浩特 010019)

**摘 要:**基于华北土石山区潮关西沟流域天然森林植被调查的基础上,对森林植被群落演替中群落树种组成、胸径结构和生物多样性变化进行了研究。结果表明,随着演替的进行,群落的乔灌木树种数先升高后降低,趋于稳定。而乔木密度呈增加趋势,而灌木密度和乔木树种的最大株数比例的胸径范围呈不断降低趋势。群落的乔木、灌木和乔灌木的物种多样性、丰富度随着演替的进行先升高后降低。除了栎树林乔木和平榛灌丛的乔灌木的均匀度较低外,乔木、灌木和乔灌木其他群落的均匀度变化不明显。

**关键词:**森林植被;群落结构;物种多样性;次生演替

**中图分类号:**S718.542

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2006)06-0048-03

## Community Structure and Species Diversity Changes of Forest Vegetation with Succession in Rocky Mountain Area of North of China

WANG Shu-sen<sup>1,2</sup>, YU Xin-xiao<sup>1</sup>, BAN Jia-wei<sup>1</sup>, ZHANG Zhen-ming<sup>1</sup>, LU Shao-wei<sup>1</sup>, WANG Ji-ping<sup>1</sup>

(1. Soil and Water Conservation College, Beijing Forestry University, Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Control of Education Ministry Beijing 100083, China;

2. Ecological and Environmental College, Inner Mongolia Agricultural University Huhhot 010019, China)

**Abstract:** Based on investigation of natural forest vegetation in Chaoguanxigou watershed of rocky mountain area of North of China, the composition of species, structure of DBH of trees and species diversity of trees and shrubs in the course of forest succession are researched. The results show that with succession proceeding, the number of trees and shrubs increased at first, then decreased and trend to stable at last. However the density of trees increased, and at the same time, shrubs density, maximum proportion of tree number of certain DBH range trend to decrease. The species diversity and abundance of trees and shrubs increase at first and begin to decrease in the last period. And the changes of evenness of species in most cases is not obvious in the course of succession.

**Key words:** forest vegetation; community structure; species diversity; secondary succession

生物多样性是地球上生物圈中所有的生物及其与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和,目前由于生物多样性破坏严重,生物多样性的研究受到了科学家的广泛重视。在生物多样性中,植物多样性是生态系统稳定性的基础,是森林植被恢复重建的指导性理论。其中,群落植物物种多样性是研究群落结构和功能的重要指标。研究植物群落的物种多样性,对深入了解群落的组成、结构、功能、演替动态和群落的稳定性具有重要意义<sup>[1~3]</sup>。在群落演替中多样性的变化方面,往往因为群落类型、演替过程以及环境因子、研究方法的差异而不同。一些学者认为,演替到顶级群落时将有最大的物种多样性,群落的演替是向着较高的物种多样性和更稳定的方向发展<sup>[4~6]</sup>,也有一些研究显示生物多样性在演替后期呈下降趋势<sup>[7~11]</sup>。北京市密云县古北口镇潮关西沟流域 1976 年泥石流后大部分植被得到了很好保护,形成了较好的演替系列,是华北土石山区研究

植被演替中多样性变化的理想场所。本项研究以潮关西沟流域演替序列中不同群落为研究对象,对华北土石山区森林群落演替中的群落结构和乔灌木物种多样性的变化进行了探索,以期华北土石山区森林植被恢复机制和森林健康的研究提供依据。

### 1 实验区概况

潮关西沟流域地处北京市密云县古北口镇潮关村, N40°40', E117°06'。北与河北省滦平县接壤,西与密云县原上甸子乡相邻。调查地点主要在其流域内。

研究区三面环山,出口为潮河,形成一个全封闭式的流域。研究区有西沟和桃园沟两条支沟,总面积 933.3 hm<sup>2</sup>。整个流域地势东低西高,呈东南、西北走向,海拔 210~1 158 m,从沟口到破城子为沟谷平缓地带,地势比较开阔,从破城子两条支沟往里逐渐狭窄。研究区平均坡度 25°,外侧山坡

\* 收稿日期:2006-02-07

基金项目:北京森林健康试验及示范项目资助

作者简介:王树森(1970-),男,北京林业大学博士毕业,内蒙古农业大学讲师,主要研究方向:水土保持、植被恢复、植物资源;责任作者:余新晓(1961-),男,博士,教授,主要研究方向:水土保持,森林水文。

坡度较缓,西北部山高坡陡,石峰林立,个别陡坡地段达 35° 以上。土壤类型以山地褐土为主,在西北部高海拔地带存在少量山地棕壤,土壤平均厚度约 20 cm,属薄土层,基岩为石灰岩,母质多为坚硬型。年均降雨量 600~900 mm,而且 70% 的降雨集中在 7~9 三个月,年均气温 9~11℃,雨热同期。研究区距离古北口镇(108 国道)8 km,有一条宽 4 m 的村级公路直达研究区林场场部,可通行小货车,交通便利。

潮关西沟 1976 年 7 月 23 日发生了一场特大山洪泥石流,植被也遭到严重破坏,由于侵蚀程度不同,形成了良好的演替系列。是华北土石山区植被恢复研究的良好场所。

2 研究方法

2003 年和 2005 年我们对研究地区森林植被进行了样地调查,共调查样地 35 块。在调查中,每个乔木样地中乔木样方 1 个,面积为 20 m×20 m,灌木样方 3 块,面积为 5 m×5 m;灌木样地样方 3 块,面积为 5 m×5 m。记录乔木层树种名称和株数。根据种群类型、封育年限和侵蚀程度的不同,对群落的演替顺序进行筛选和划分,并对演替系列中平榛灌丛、三裂绣线菊小叶朴灌丛、荆条酸枣灌丛、山杨椴树林、山杨榆树椴树林、榆树椴树林、黑桦林和栎树林的代表性群落进行了群落组成、胸径结构分析和乔灌木多样性分析。所采用的多样性指标包括 Shannon - Wiener 指数和修正的 Simpson 指数,丰富度指数包括 Patrick 指数和 Menhinick 指数,以及 Pielou 均匀度指数<sup>[12]</sup>。

3 研究结果

3.1 不同演替阶段中的群落生态特征

通过调查分析,潮关西沟森林植被的演替系列为平榛灌丛 绣线菊灌丛 荆条灌丛 山杨林、榆树林 椴树林 黑桦林 栎树林。以典型样地为研究对象,对演替中主要群落进行了分析,演替中群落主要特征见表 1。根据主要群落的典型样地的分析,演替中乔灌木植物种数先增加后降低,并趋于稳定。而在乔木群落中,乔木密度从总趋势来看随着演替的进行却在不断增加。从先锋乔木群落山杨椴树林的 1 375 株/hm<sup>2</sup> 增加到顶级群落栎树林的 4 025 株/hm<sup>2</sup>。而灌木的密度则随着演替的进行呈不断降低的趋势。

表 1 演替中主要群落生态特征

层次	栎树林	黑桦椴树林	榆树椴树林	山杨榆树椴树林	山杨椴树林	荆条酸枣灌丛	三裂绣线菊小叶朴灌丛	平榛灌丛
种数	4	4	5	8	3			
乔木层								
密度/(株·hm <sup>-2</sup> )	4025	1575	3150	1975	1375			
平均高度/m	6.1	5.6	4.5	7.7	9.4			
最大高度/m	13.5	24	9	12.8	18			
平均胸径/cm	7.2	9.3	7.2	9.3	9.4			
最大胸径/cm	38	24	16	16.5	20.3			
灌木层								
种数	5	6	6	7	5	5	3	5
密度/(株·hm <sup>-2</sup> )	5200	6800	10800	10400	10000	6800	23200	342800
基径/cm	0.6	2.1	1.8	2.5	1.7	1.5	1.1	1

从不同群落乔木树种胸径结构来看,栎树林最大比例的胸径级为 2~4 cm 胸径处,占全部的 28.6%,出现的高峰胸径较低,黑桦林最大胸径出现在 4~6、6~8、8~10 cm 处,比例都是 17.5%。榆树椴树林的不同胸径植株数的分布高峰在 6~8 cm 处,占总乔木层株数的 24.6%。而山杨榆树椴树林和山杨椴树林的不同胸径株数出现的高峰位于 8~10 cm 胸径处,比例为 32.5% 和 27.8%。从演替系列来看,总

趋势是乔木树种最大株数比例的胸径范围不断降低,这主要是由于演替后期群落更新良好,幼树比例高造成的和伴生树种增多的缘故(表 2)。

表 2 不同群落乔木株数按胸径分布比例 %

胸径/cm	栎树林	黑桦椴树林	榆树椴树林	山杨榆树椴树林	山杨椴树林
0~2	4.3	0.0	0.0	2.5	0
2~4	28.6	12.7	15.9	2.5	0
4~6	16.1	17.5	27.0	8.8	27.3
6~8	18.6	17.5	24.6	15.0	20.0
8~10	8.7	17.5	9.5	32.5	14.5
10~12	13.7	4.8	13.5	21.3	12.7
12~14	5.0	9.5	6.3	10.0	7.3
14~16	1.2	14.3	3.2	5.0	10.9
16~18	1.2	3.2	0.0	2.5	1.8
18~20	0.0	1.6	0.0	0.0	3.6
20~22	0.6	0.0	0.0	0.0	1.8
22~24	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0
>24	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
合 计	100	100	100	100	100

注:包括可测得胸径的所有乔木。

3.2 演替中群落乔灌木物种多样性变化

对于乔木群落中乔木物种多样性来说,在多样性指数方面,不同演替阶段的 Shannon - Wiener 指数和修正的 Simpson 指数的平均值分别为 1.097 和 0.941,从变化趋势来看,随着演替的进展,群落多样性指数出现先升高后降低的单峰变化。从丰富度指数来看,各群落 Menhinick 指数和 Patrick 指数的平均值分别为 0.607 和 5,最高点都出现在榆树椴树林,两个指数分别为 0.912 和 8。整个曲线呈单峰形变化。在均匀度 Pielou 指数方面,演替过程中群落的均匀度变化基本与前面一致(图 1,图 3)。

在乔木群落的灌木物种多样性指数方面,不同演替阶段的 Shannon - Wiener 指数和修正的 Simpson 指数的平均值分别为 1.318 和 1.116,从变化趋势来看,群落随着演替的进展,多样性指数出现先升高后降低的单峰形变化,最大值出现在山杨榆树椴树林。从丰富度指数来看,各群落 Menhinick 指数和 Patrick 指数的平均值分别为 0.466 和 6,最高点都出现在榆树椴树林和山杨榆树椴树林,两个指数分别为 0.92 和 7。整个曲线呈单峰形变化。各群落均匀度 Pielou 指数的平均值为 0.7942,变化不明显,最高值出现在山杨榆树椴树林(图 2,图 3)。

在整个群落的乔灌木物种多样性指数方面,不同演替阶段的 Shannon - Wiener 指数和修正的 Simpson 指数的平均值分别为 1.318 和 1.116,分别介于 0.058 和 2.068、0.016 和 1.836 之间。从变化趋势来看,随着群落演替的进展,多样性指数呈现抛物线形状,从平榛灌丛开始急剧升高,然后变得平缓,在黑桦林和栎树林呈现明显下降趋势。从丰富度指数来看,各群落 Menhinick 指数和 Patrick 指数的平均值分别为 0.459 和 8,最高点都出现在榆树椴树林,两个指数分别为 1.04 和 14。整个曲线基本呈单峰型变化。在均匀度方面,各群落均匀度 Pielou 除了平榛较低外,基本差异不大(表 2,图 2,图 3)。在群落乔灌木物种多样性研究中,平榛灌丛的各指数值非常低。根据原始数据来看,平榛的物种多样性如此之低,是由于平榛群落平榛个体数量极大,从而导致虽然种类数与其他两个灌木群落区别不大,甚至更高,然

而各指数非常低。

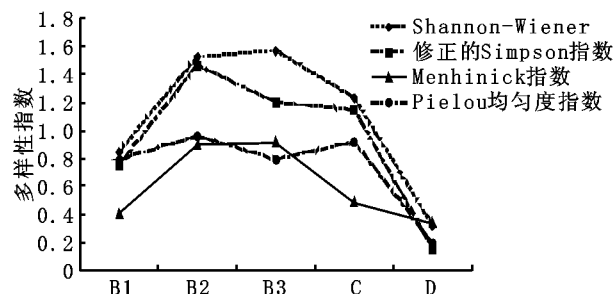


图 1 乔木物种多样性

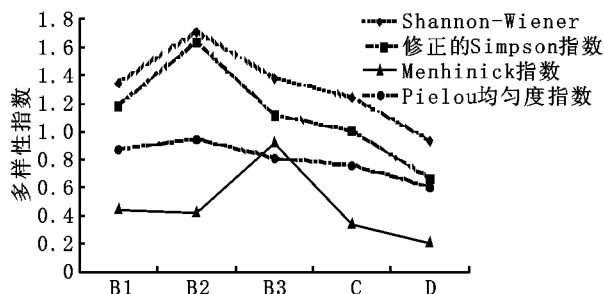


图 2 灌木物种多样性

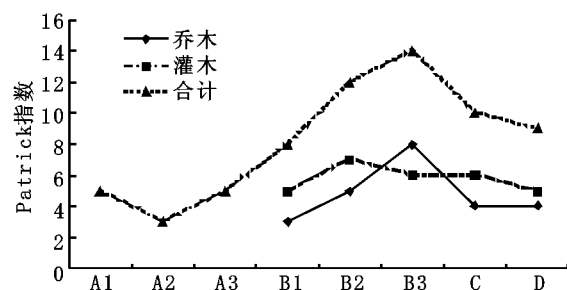


图 3 不同类型树种的 Patrick 指数

注: A1 平榛灌丛; A2 三裂绣线菊小叶朴灌丛; A3 荆条酸枣灌丛; B1 山杨椴树林;  
B2 山杨榆树椴树林; B3 榆树椴树林; C 黑桦椴树林; D 栎树林

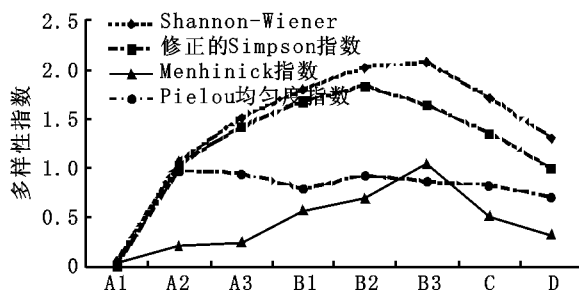


图 4 乔灌木生物多样性

#### 4 结论与讨论

由以上分析结果可知,群落的乔灌木树种数先升高后降低,最后趋于稳定。而乔木密度随演替的进行呈增加的趋势,而灌木的密度则不断降低,这是因为乔木树种逐渐成为群落的主要部分的结果造成的。另外,由于演替后期群落的树种更新和林下小乔木的增多,乔木树种的最大株数比例的胸径范围呈不断降低趋势。

在潮关西沟天然林演替过程中多样性的变化方面,总体来说,乔木、灌木和乔灌木的物种多样性随着演替的进行先升高后降低。其中,除了栎树林乔木的均匀度和乔灌木的平榛灌丛的均匀度较低外,乔木、灌木和乔灌木的其他群落的均匀度之间变化不明显。

群落演替动态与物种多样性关系密切。不同研究的结论不同。一种观点认为随着群落演替的进行,物种多样性不断增大,如 Margalef<sup>[4,5]</sup>认为演替顶极群落中的物种多样性最大。另一种观点则认为在演替后期多样性出现下降,如

Acculair 和 Goff(1969)认为处于演替顶极的群落其物种多样性是介于演替初期和中期阶段之间的;Odum<sup>[3]</sup>也提出类似观点,说明群落物种多样性指数并非随演替进展一直增加,在群落演替的初期和中期阶段物种多样性指数随森林生态系统发展方向而增加,但在随后的演替阶段又有下降趋势。此外,韩玉萍、李雪梅、刘玉成<sup>[11]</sup>的缙云山常绿阔叶林次生演替序列群落物种多样性动态研究结果,发现在群落的发育过程中,各木本层的多样性按乔木层至灌木层顺序增加的现象逐渐弱化,物种多样性指数高的群落并不是最稳定的,群落演替初期和中期阶段物种多样性指数随演替进行增加,在中期阶段最高,而在演替后期随时间变化又有降低趋势。本项研究通过对乔木、灌木和乔灌木物种多样性的研究表明,由于在演替早期灌木树种以平榛为主,优势种个体多,其它乔灌木少,而随着演替的进行,乔灌木种类与数量呈增加的趋势,除优势种外,其它乔灌木比例提高,多样性提高,而随着演替进入较高的阶段,优势种的数量和总种数呈降低趋势,因此,多样性指标也呈下降趋势。

#### 参考文献:

- [1] Kvalseth TO. Note on biological diversity, evenness, and homogeneity measures [J]. Oikos, 1991, 62: 123 - 127.
- [2] McNaughton SJ. Stability and biodiversity of ecological communities [J]. Nature, 1978, 274: 251 - 253.
- [3] Odum EP. The strategy of ecosystem development [J]. Science, 1969, 164: 262 - 270.
- [4] Margalef R. Information theory in ecology [J]. General Syst., 1957, 3: 37 - 71.
- [5] Margalef R. Diversity, stability and materiality in natural ecosystems[A]. In: Dobben WH, Lowe — Mcconnell RH eds. Unifying Concepts in Ecology[M]. Wageningen: Centre for Agricultural publishing and Documentation, 1975. 151 - 160.
- [6] 吴彦,刘庆,何海,等. 亚高山针叶林人工恢复过程中物种多样性变化[J]. 应用生态学报, 2004, 15(8): 1301 - 1306.
- [7] 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[J]. 植物生态学报, 2001, 25(3): 283 - 290.
- [8] 区智,李先砚,吕仕洪,等. 桂西南岩溶植被演替过程中的植物多样性[J]. 广西科学, 2003, 10(1): 63 - 67.
- [9] 金则新. 浙江天台山常绿阔叶林次生演替序列群落物种多样性[J]. 浙江林学院学报, 2002, 19(2): 133 - 137.
- [10] 李裕元,邵明安. 子午岭植被自然恢复过程中植物多样性的变化[J]. 生态学报, 2004, 24(2): 252 - 260.
- [11] 韩玉萍,李雪梅,刘玉成. 缙云山常绿阔叶林次生演替序列群落物种多样性动态研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2000, 25(1): 62 - 68.
- [12] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2004.