

北京九龙山灌丛植被的物种多样性分析*

刘创民 李昌哲 苏云良 张满屯 焦桐林 金铃

摘要 应用物种多样性的 Shannon—Wiener 指数(H')、均匀度(J')、生态优势度(C')等指标,测定了北京九龙山18个天然次生灌丛植物群落的物种多样性、均匀度和生态优势度。结果是: H' 为1.55~3.44, J' 为0.54~0.89, C' 为0.12~0.41。物种多样性随生境条件渐好、海拔的递增以及群落结构的复杂性而递增。物种多样性与群落结构有密切关系,它随均匀度增大而增加,与生态优势度的增加而递减。这项研究有助于对水土保持天然灌木林结构模式的研究水平的提高。

关键词 北京、灌丛植被、物种多样性、群落均匀度、生态优势度

物种多样性是群落组织水平的生态学特征之一,是生境中物种丰富度及分布均匀性的一个指标,体现了群落的结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度和生境差异,有生态学意义。因此,它是研究水土保持天然灌木林结构模式的重要内容。随着物种多样性指数在植被生态学研究及天然灌木林在生态林业工程中广泛应用,越来越引起学者及生产部门的广泛重视和极大的兴趣^[1],我国对植物群落多样性的研究还不多,本文以九龙山林场为试验点,对天然次生灌丛植被的物种多样性及有关的群落均匀度、生态优势度进行了测算,以反映该区各灌丛的部分群落学特征,为自然资源保护利用提供数量指标,并为充分发挥天然次生灌木林在太行山生态林业建设工程中的作用提供科学依据。

1 自然概况

九龙山位于北京门头沟区,在39°54'~39°59' N,115°59'~116°07' E 之间。属太行山低山丘陵区,海拔100~997 m。气候条件为暖温带大陆东岸半湿润季风气候。土壤主要是在砂岩风化坡积物上发育起来的山地褐土。植被破坏严重,造成大量土壤流失,致使山地土层普遍较薄,含石量高。九龙山现状植被以次生灌丛和灌草丛为主,有少量乔木,如油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.)林、侧柏(*Platycladus orientalis* (L.)Franco)林等。

2 调查方法

在1992年5月底~7月初进行全面踏查的基础上,采用随机和典型取样技术,样方面积为2 m×2 m,测定每个样方的灌木和草本的种类、高度、株数、盖度等指标,并记录各样方的立地因子(如海拔、坡向等)。共调查390个样方。借助已有的研究成果^[2,3],和现行的调查材料,采用数量分类与传统分类相结合的方法,将该区的天然次生灌丛植被划分为18个群丛(表1)。分别建立固定标准地,定期用烘干法测定10~30 cm 土层含水量,在1992年10月底取10~30 cm 的混

1993—07—31收稿。

刘创民助理研究员,李昌哲(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091);苏云良,张满屯,焦桐林,金铃(中国林业科学研究院华北林业实验中心)。

* 本文属“八五”攻关课题“太行山水土保持林结构模式研究”的一部分。

合土样,用硫酸—重铬酸钾氧化法测定土壤有机质含量。本文的所有数据运算均在AST-486微机上完成。

3 测定方法

3.1 重要值(IV)

用 $IV = \text{相对多度} + \text{相对盖度} + \text{相对频度}$,来计算每一群丛中各种群的重要值。

3.2 物种多样性(H)

本文选用Shannon—Wiener指数(H_{sw})来计测各类植物群落的物种多样性。

$$H = 3.3219(\lg N - \sum n_i \lg n_i / N) \quad (1)$$

式中, N 为个体总数, n_i 为第*i*种个体数,下列(4)与(5)式同。

3.3 群落均匀度(J)

在Shannon—Wiener指数的基础上,用(4)式计算各植物群落的群落均匀度。

$$J = (\lg N - \sum n_i \lg n_i / N) / \{[\lg N - [\alpha(S - \alpha)]\lg \alpha + \beta(\alpha + 1)\lg(\alpha + 1)] / N\} \quad (2)$$

式中, β 为 N 被 S 整除以外的余数, α 为 $(N - \beta) / S$, S 为种的数目。

3.4 生态优势度(C)

生态优势度是指优势度集中于一个或几个植物种类的程度,通常用Simpson指数表示:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^S [n_i(n_i - 1)]}{[N(N - 1)]} \quad (3)$$

4 结果与分析

根据390个样方的野外调查资料,按照(1)~(3)式对18个群丛的物种多样性(HSW)、群落均匀度(J)和生态优势度(C)的计算结果列于表1。

表1 北京九龙山天然次生灌丛植物群落物种多样性、均匀度和生态优势度

群丛号	群丛名称	海拔(m)	坡向	种数	总体个数	物种多样性H	均匀度J	优势度C
1	荆条—白羊草	<500	阳	7	104	1.57	0.55	0.41
2	荆条—隐子草	<500	阳	7	92	1.55	0.54	0.47
3	荆条—黄背草	<500	阳	9	290	1.73	0.56	0.43
4	荆条—矮丛苔草	<500	半阳	16	522	2.19	0.55	0.37
5	荆条+酸枣—隐子草	<500	阳	10	101	2.33	0.72	0.28
6	荆条+河朔芨花—隐子草+白羊草	<500	阳	9	146	2.70	0.78	0.22
7	荆条+薄皮木—矮丛苔草	<500	半阴	14	276	2.72	0.73	0.21
8	荆条+三裂绣线菊—矮丛苔草	<500	半阴	7	171	1.92	0.68	0.34
9	荆条+二色胡枝子+大花溲疏—矮丛苔草+大油芒	<600	半阴	18	338	2.72	0.66	0.25
10	三裂绣线菊+荆条—矮丛苔草	<500	阴	10	146	2.41	0.74	0.27
11	三裂绣线菊+大花溲疏—矮丛苔草	>500	阴	13	142	2.77	0.67	0.21
12	三裂绣线菊+二色胡枝子+绒毛绣线菊—矮丛苔草	>500	阴	14	149	2.80	0.73	0.21
13	蚂蚱腿子+三裂绣线菊+荆条—矮丛苔草	<600	阴	18	350	3.15	0.76	0.16
14	大花溲疏—矮丛苔草	<600	阴	17	249	3.16	0.77	0.16
15	二色胡枝子+荆条—矮丛苔草	<600	阴	12	164	2.69	0.75	0.21
16	二色胡枝子+三裂绣线菊—矮丛苔草+野青茅	>600	阴	22	197	3.44	0.77	0.14
17	六道木+三裂绣线菊—矮丛苔草+野青茅	>600	阴	17	278	3.21	0.79	0.15
18	大果榆+三裂绣线菊—矮丛苔草+野青茅	>600	阴	14	185	3.26	0.89	0.12

(表注见后)

表1注:各群丛植物拉丁学名:荆条 *Vitex negundo* L. var. *heterophylla* (Franch.) Rehd; 白羊草 *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng; 隐子草 *Cleistogenes* sp. Keng; 黄背草 *Themeda japonica* (Willd.) C. Tanaka; 矮丛苔草 *Carex humilis* Leyss. var. *nana* (Levl. et Vant.) Ohwi; 酸枣 *Ziziphus jujuba* var. *spinosa* (Bunge) Hu ex H. F. Chow; 河朔荻花 *Wikstroemia chamaedaphne* (Bge.) Meisn.; 薄皮木 *Leptodermis oblonga* Bge.; 三裂绣线菊 *Spiraea trilobata* L.; 二色胡枝子 *Lespedeza bicolor* Turcz.; 大花溲疏 *Deutzia grandiflora* Bge.; 大油芒 *Spodiopogon sibiricus* Trin.; 绒毛绣线菊 *Spiraea dasyantha* Bge.; 蚂蚱腿子 *Myriopholis dioica* Bge.; 野青茅 *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth; 六道木 *Abelia biflora* Turcz.; 大果榆 *Ulmus macrocarpa* Hance.

4.1 群落的类型、结构与物种多样性

在荆条灌草丛(群丛1~4)中,多样性指数最小,优势度高,说明了在荆条灌草丛中的植物种类很少,建群种荆条及其下层的草本(如白羊草、黄背草、隐子草、矮丛苔草等)占绝对优势,因而也使均匀度很低。而中生高灌丛(如大果榆、六道木、二色胡枝子等群落)的多样性指数、均匀度是最高的,而优势度很低,反映它们由多物种组成及其优势种并不十分突出,而且成层现象较明显,说明大果榆、六道木、二色胡枝子的个体数量不是占绝对优势,但它们在群落中所占的盖度、高度或重要值等仍比其它一般种大,因此,它们仍可作各自群落中的优势种和指示种。

在反映群落类型和结构上,当多样性指数相近时,均匀度小的群落比均匀度大群落其优势种更为明显,优势度也更高。从表1看出,荆条—矮丛苔草群丛与荆条+三裂绣线菊—矮丛苔草群丛的多样性指数相近,但前者的均匀度为0.55,优势度0.37,荆条的重要值约为85,矮丛苔草为67,而且灌木伴生种很少,只零星分布;而后的均匀度为0.68,荆条、三裂绣线菊、矮丛苔草的重要值则分别为45、30、30,优势度为0.34,因此,优势种的明显性随均匀度的递减而递增。但应该指出,虽然群落的生态优势度与群落物种的丰富程度呈负相关,但并不是所有包含种群多的植物群落其生态优势度就一定比包含种群少的群落生态优势度低。例如,二色胡枝子+三裂绣线菊—矮丛苔草+野青茅(群丛16)约由22种植物组成,是九龙山所有群丛中种类组成最丰富的植物群落,其优势度为0.14,而大果榆+三裂绣线菊—矮丛苔草+野青茅(群丛18)组成种类虽然较前者少8种,但其生态优势度(0.12)并不比前者高,这是由于群落的生态优势度不仅考虑了群落中种类组成多寡,而且还考虑了各种群的个体数目、盖度、高度及出现的频度等。这些通常用重要值(IV)这一综合指标表示。群丛16虽然为该地区天然次生灌丛植被含种最多的植物群落,但由于该群丛的优势度相对来说,又较集中,如胡枝子的盖度约85%以上,多度即每个样方的平均为6株,高度为1.4~2 m,IV为55.34,其次是三裂绣线菊,盖度和IV分别为50%、40,再次为矮丛苔草(盖度55%、IV42)和野青茅(盖度35%、IV30),在所有植物群落中其优势度并不为最低。而在群丛18中,由于建群种大果榆在数量上并不明显,每个样方平均约为2株,高度为2~3.5 m,盖度约40%,大果榆、三裂绣线菊、矮丛苔草、野青茅IV最高的也只有40,而且成层现象很明显(分三层),植物分布均匀,所以尽管群落内种类组成不是最多,但由于优势种大果榆比群丛16的优势种二色胡枝子更少一些,即优势种不突出,它的生态优势度又小,所以成为灌丛植被中最低的群丛。另外,荆条—矮丛苔草由于种类较多(约为16种),荆条、矮丛苔草在数量上又占绝对优势,所以该群丛的优势度更高。可见,物种多样性、均匀度及群落的生态优势度综合地反映了群落的特征。

综合上述,这些指数值可用来衡量群落类型和结构。由表1可看出,从荆条灌草丛群落、荆条灌丛群落、三裂绣线菊灌丛群落、大花溲疏灌丛群落、蚂蚱腿子灌丛群落、最后至中生高灌丛群落(六道木、二色胡枝子、大果榆灌丛群落),多样性指数呈递增趋势,反映了物种种类数量也

随之有递增的趋势;均匀度呈递增趋势,而生态优势度呈递减趋势,也说明了从数量上优势种占优势逐渐减弱趋势。

4.2 群落生境与物种多样性

从九龙山研究区的范围看,群落的多样性指数随海拔的增加而增加,即由低海拔的荆条灌草丛群落 H 1.55至中高生灌丛群落的 H 3.44;其均匀度由约0.54至0.89,生态优势度则随海拔的增加而下降,由约0.40下降至约0.12。这可能也是人为干扰的非自然梯度所造成的,即低海拔人为干扰强度大于高海拔。从表1还可看出,主要分布在阳坡、半阳半阴坡的荆条灌草丛、荆条灌丛群落与阴坡分布最广泛的三裂绣线菊灌丛群落、蚂蚱腿子灌丛等群落普遍要低,这是由于阴坡土层厚度、腐殖质层厚度、土壤水分条件等立地条件比阳坡要好。

表2表明,土壤含水量、土层厚度、土壤有机质、 A_1 层厚度与物种多样性都呈正相关,与石砾含量主要呈负相关。可见,优良的生境,物种的多样性较高。表2的偏相关系数结果还表明,影响物种多样性、均匀度及优势度主要为土壤含水量与土层厚度。

表2 物种多样性、均匀度、生态优势度与环境因子的全回归关系

环境因子	H		J		C	
	回归系数	r	回归系数	r	回归系数	r
常数	0.689 5		0.193 6		0.612 3	
土壤含水率	0.055 9	0.186 9	0.043 6	0.491 6	-0.020 7	-0.272 3
土层厚度	0.017 9	0.504 1	0.004 1	0.416 7	-0.003 8	-0.415 6
A_1 层厚度	0.004 9	0.178 8	0.000 9	0.118 7	-0.001 3	-0.195 3
土壤含石量	-0.002 0	-0.052 2	0.002 2	0.216 5	0.000 1	0.011 5
土壤有机质	0.226 1	0.363 2	-0.017 3	-0.113 1	-0.006 7	-0.046 6
复相关系数	0.963 1		0.831 1		0.874 3	

注: r 为偏相关系数。

表1的群丛16分布在海拔600 m以上,而群丛15分布在600 m以下,前者的多样性指数比后者要高得多。表3也说明了这种情况。因此,这三方面的指标明确表现了随立地条件的渐好及海拔高度增高,其指数值也渐渐增高的趋向,可以作为生境质量评价的参考指标。

表3 三裂绣线菊+荆条-矮丛苔草群丛随海拔高度物种多样性变化

样方编号	海拔(m)	坡向	坡度(°)	种数	总个体数	多样性 H	均匀度 J	优势度 C
A	200	阴坡	29	12	98	2.745	0.766	0.213
B	350	阴坡	31	14	144	2.811	0.739	0.196
C	610	阴坡	29	21	255	3.301	0.753	0.144

4.3 群落演替与物种多样性

演替由低级向高级、破坏程度由重至轻、植被恢复由短到长依次为:荆条灌草丛、荆条灌丛、三裂绣线菊等阴坡灌丛、中生高灌丛,相应地从表1可知,中生高灌丛的三种多样性指数均是最高的,荆条灌丛是最低的,有着很明显的差异,从表1还可知,多样性指数及均匀度随群落由低级向高级阶段发展,规律较明显。因此在某种意义上说,物种多样性和均匀度不但反映了九龙山各群落的稳定性,而且反映了在某一特定范围内群落所处的生境条件和群落的发生、

发展阶段中,人为活动强弱程度和恢复时间长短,即随各群落的进展演替物种多样性和均匀度有所提高。因此,对于这三方面指标的测定,用于评价森林群落的稳定性也是有意义的。

4.4 多样性指数与均匀度、优势度、丰富度、总个体数的相关性

表4与表5表明多样性指数和总个体数相关很小,即多样性指数的高低不决定于总个体数的多少,而取决于各个种的个体数的分配特点。多样性指数与种丰富度和均匀度呈紧密的正相关,即随种丰富度和均匀度的增加,多样性指数增大;与生态优势度呈紧密的负相关,即随群落中的优势种群的明显度增高而递减(见表4、5)。因此,三方面的指标同时并用,对表征群落的组成结构等特征有良好的效果。

表4 多样性(H)与均匀度(J)、优势度(C)、物种丰富度(R)、总个体数(N)的相关分析

	H	J	C	R	N
H	1.000 0	0.823 7	-0.964 6	0.843 3	0.207 2
J		1.000 0	-0.913 4	0.427 9	-0.142 4
C			1.000 0	-0.698 9	-0.059 2
R				1.000 0	0.558 2
N					1.000 0

表5 多样性指数与均匀度(J)、优势度(C)、物种丰富度(R)、总个体数(N)的回归关系

回归方程	复相关系数	回归方程	复相关系数
$H=0.3517+0.1371J$	0.8237	$H=0.7012-0.17405C$	-0.9646
$H=-3.2282+6.3460R$	0.8433	$H=0.2745-0.6808\ln C$	-0.9679
$H=117.2761+38.8666N$	0.2072		

总之,该区有近30 a封山历史,形成旱生或中生灌丛植被并相对稳定。原生森林植被的恢复还遥遥无期。为提高植被群落的质量与生态功能,加速其演替进程,在人为干预下,引进乔木树种,改善群落结构,形成人工-天然复合植被类型,对提高生态林业工程有重要意义。在人力、物力不充裕情况下,暂时进行封禁,也是一个好办法。

参 考 文 献

- 1 高保家. 生态多样性及其应用研究. 河北林学院学报, 1990, 5(2): 166~171.
- 2 李昌哲主编. 太行山水土保持林营造技术及效益研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1991. 34~55.
- 3 兰再平. 北京九龙山地区的植被及其对生境类型的指示意义. 植物生态学与地植物学学报, 1989, 13(3): 258~269.
- 4 彭少麟, 周厚诚, 陈天杏, 等. 广东森林群落的组成结构数量特征. 植物生态学与地植物学学报, 1989, 13(1): 12~17.
- 5 朱守谦. 贵州部分森林群落物种多样性初步研究. 植物生态学与地植物学学报, 1987, 11(4): 286~295.

Analysis of the Species Diversity of Bush Communities of Jiulongshan in Beijing

*Liu Chuangmin Li Changzhe Su Yunliang
Zhang Maitun Jiang Tonglin Jin Ling*

Abstract The species diversity of 18 bush communities of Jiulongshan in Beijing are measured by means of Shannon — Wiener index. And community evenness and ecological dominance of these plant communities are measured also. The Shannon — Wiener species diversity index is around 1.55~3.44, the communities evenness 0.54~0.89, and the ecological dominance 0.12~0.47. The species diversity increases as the habitat condition becomes better, latitude higher, and community structure more complicated. The species diversity has intimate correlation with community structure, which goes up with the ascent of community evenness and goes down when the ecological dominance increases. The result of the research will help to raise the level of study on the structure model of natural shrub forest for water and soil conservation.

Key words Beijing, bush vegetation, species diversity, community evenness, ecological dominance

Liu Chuangmin, Assistant Professor, Li Changzhe (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091); Su Yunliang, Zhang Maitun, Jiang Tonglin, Jin Ling (The North China Forestry Experimental Centre, CAF).