

大青沟森林植物群落物种多样性研究^{*}

郑元润

(中国科学院植物研究所植被数量生态学开放实验室, 北京 100093)

摘要 大青沟森林植物种类非常丰富,约占内蒙古自治区植物种数的三分之一,生物资源十分丰富。本文分别用 Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数和均匀度指数计测生态优势度、不同植物群落的物种多样性、群落物种多样度的均匀度。结果表明:由于大青沟森林植物群落属于隐域性植被,从沟底到沟沿,小气候的差异较为明显,存在着生境梯度,但由于乔、灌、草综合作用的影响,各群落类型及生境梯度上的物种多样性的差异不十分明显。这可能是特殊森林群落类型长期适应隐域性生境条件的结果,它为我们改造周边环境提供了有益的启示。

关键词 森林群落,物种多样性,大青沟

Species diversity of Daqinggou forest plant community/ ZHENG Yuan-Run

Abstract The plant species and diversity are very abundant in Daqinggou forest plant community, it's about one third of total species in Inner Mongolia Autonomous Region. Ecological dominance, species diversity and evenness of community are calculated by Simpson index, Shannon-Wiener index and Evenness index individually. The results are as follows: owing to the Daqinggou forest plant community is an intrazonal community type, from bottom of ditch to top, difference of microclimate and environment gradient are significant. Because comprehensive effects of trees, shrubs and grasses, difference of species diversity in various communities and in environment gradient is not very significant, that may be results of special forest community adapts azonal environment in long time, that give us some interesting inspiration to improve environment around Daqinggou district.

Key words forest community, species diversity, Daqinggou

Author's address Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093

物种多样性是一个很重要的概念,因为它不仅反映群落或生境中物种的丰富度、变化程度或均匀度,也反映不同自然地理条件与群落的相互关系。可以用物种多样性来定量表征群落和生态系统的特征,包括直接和间接地体现群落和生态系统的结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度、生境差异等^[1,2]。因此,物种多样性有可能被用在森林资源的经营、合理开发利用和资源的评价等方面。

大青沟森林植物群落植物种类非常丰富,约占内蒙古自治区植物种数的三分之一。大青沟森林植物群落分布于如此特殊的生境中,经过剧烈的环境变迁仍能保存下来,丰富的物种多样性可能起着非常重要的作用。因此,研究大青沟森林植物群落的物种多样性就有重要的作用。

1 研究地区与方法

1.1 研究地区

收稿日期:1997-07-17;接受日期:1997-12-13

* 国家自然科学基金资助项目,编号 39770148

大青沟自然保护区位于哲里木盟科尔沁左翼后旗甘旗卡西南 24 km 处,南与辽宁省彰武县接壤。地理位置为 E 122°13' ~ 122°15', N 42°45' ~ 42°48'。保护区内有大小两条深沟,大青沟长 20 km,沟深 40 ~ 50 m,沟宽平均 250 m,沟坡平均 36°。小青沟长 10 km,沟深 50 ~ 70 m,沟宽平均 200 ~ 300 m,坡度平均 28°。两沟之水汇合后流入柳河(辽河的支流)。水面宽 2 ~ 4 m,水深不超过 1 m。海拔高度沟上 225 ~ 253 m,沟下 173 ~ 200 m,为该区海拔最低的地方。沟外为一望无际,此起彼伏的沙丘,沙丘一般高度在 10 m 以下。

大青沟周围地区在“中国气候区划”中属东北温带半湿润气候区向内蒙古温带半干旱气候区过渡的地带。年降水量 500 mm 左右,主要集中在 6 ~ 8 月,约占全年降水量总量的 70% 以上。沟内年平均相对湿度比沟外大 20% ~ 25% 左右。降水年变率也较大。本区热力资源丰富,日照时数在 2800 h 以上,年总辐射 130 ~ 140 cal/cm² a。最高气温 29℃,最低气温 -30℃,年平均气温 6℃ 左右。日平均气温超过 10℃ 的年积温在 3200℃ 以上,无霜期 120 d 左右。由于森林的影响,大青沟内外小气候差异显著,夏季沟内比沟外温度低,变幅较小,湿度较高;冬季则较温和,流水不冻;夏末秋初,沟外天空晴朗,而沟内泉水则经常“冒烟”,形成浓雾。

大青沟地区土壤以沙土为主,兼有沙壤土带,主要以固定沙丘为主,沟坡个别地段也有风积沙、冲积沙和淋溶现象。大小青沟沟底的土壤不是地带性土壤,且有潜育层。由于森林植被枯枝落叶的积累而土壤色泽变深,腐殖土层变厚。

1.2 野外调查方法

设 20 × 40 m² 的样地,划分为 5 × 5 m² 的小样方,调查每个小样方的乔木种类,记录其个体数、胸径、树高。

在 20 × 40 m² 样地中每一个 5 × 5 m² 样方的的左下角设一个 2 × 2 m² 的灌木样方,1 × 1 m² 的草本样方,调查每一种灌木的密度、盖度、高度,每一种草本植物的密度、盖度和频度。

以上调查分沟东及沟西,从沟底到沟沿,设立样地。并设置群落交错带样地,共计 20 个 20 × 40 m² 的样地。

点四分法设置 18 条样线,样线长 110 m,设 12 个点,调查乔木。隔 5 m 设一个 2 × 2 m² 的小样方,共 23 个,设 2 个 1 × 1 m² 的小样方,共 46 个,调查灌木、草本植物。

每个样地调查如下环境因子:坡度、坡向、坡位、土壤腐殖质层厚度、土壤 30 ~ 40 cm 处的含水量及土壤平均容重。

1.3 植物群落多样性研究方法简述

目前研究多样性的指数很多,但按其性质大致可分为 4 类:丰富度指数,用以度量样地内物种的数量特征;均匀度指数,用以度量物种的个体数量分布是否均匀;变化度指数,由前两类联合而成;优势度指数^[3,4]。

本文用 Simpson 指数计测生态优势度,用 Shannon-Wiener 指数计测不同群落的物种多样性,用均匀度指数计测群落物种多度的均匀度。各公式的计算方法如下:

Simpson 指数

$$C = \sum_{i=1}^S n_i(n_i-1) / n(n-1) \quad (i=1, 2 \dots S)$$

其中 C 是多样性指数, n 是样方所有种的个体数, n_i 是第 i 个种的个体数。

公式的意义是,当从包含 n 个个体 S 个种的样方中,随机抽取 2 个个体并不再放回,如果这 2 个个体属于同种的概率大,则认为样方的多样性低,反之则高。Simpson 指数更重视物种的多度,但忽视物种的数量。因而可以度量群落的生态优势度。

Shannon-Wiener 指数

$$D = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i, \quad i = 1, 2 \dots S$$

$$\text{或 } D = 3.3219 (\log n - (1/n) \sum_{i=1}^S n_i \log n_i)$$

式中 n 是所有种的个体数, n_i 是第 i 个种的个体数, 3.3219 是从 \log_{10} 到 \log_2 的转化系数。该指数是以信息论范畴的 Shannon-Wiener 函数为基础的多样性指数。作为生物群落的多样性指数, 这个函数预测从群落中随机抽出一个一定个体的种的不定度。当物种的数目增加, 已存在物种的个体分布越来越均匀时, 此不定性明显增加。由于公式的对数性质, 指数值不会很高。事实上, 在以群落为研究对象时, 其值一般介于 1.5 到 3.5 之间, 很少超过 4.5^[5]。这个指数从最小值的零 (此时表示仅一个物种) 变化到最大值的 $\ln s$ (此时所有物种具有相同数量)。

为编程计算方便, 将 3.3219 改为 1.4427, 即从 \log_2 到 \log_e 的转化系数, 公式转化为如下形式:

$$D = 1.4427 (\ln n - (1/n) \sum_{i=1}^S n_i \ln n_i)$$

均匀度 J 的计算

均匀度是指样方中各个种多度的均匀度, 但其大小是通过样方所观察到的多样性指数与该样方的种个体数相同时的最大指数值的比值来度量的。这是因为总个体数和种数一定时, 若所有种的多度都相等, 则该样方才有最大的多样性指数。

种的均匀度通常被定义为观察多样性与最高多样性的比率, 据此, 度量均匀度的计算公式为 (以 Shannon-Wiener 指数为基础):

$$J = D / 1.4427 [\ln n - (1/n) (s - 1) \ln (s - 1) + 1 \ln (s + 1)]$$

其中, D 为 Shannon-Wiener 指数, n 为群落中所有种的总个体数; n_i 为第 i 个种的个体数; 1.4427 是从 \log_2 到 \log_e 的转化系数; J 为均匀度; s 为群落中的总种数; r 是 n 被 s 整除以外的余数 ($0 < r < s$); $k = (n - r) / s$ ^[6]。

2 结果与分析

按照上述计算方法, 用 Quick Basic 编制程序, 将调查数据建立数据库, 经计算得大青沟植物群落的优势度指数、多样性指数、均匀度指数。结果见表 1, 图 1。

2.1 群落类型与物种多样性

由表 1, 图 1 可见, 群落优势度、物种多样性及均匀度在不同的群落之间存在差异。其中, 以水曲柳 (*Fraxinus mandshurica*)、春榆 (*Ulmus japonica*) 为主的群落差异不大; 而以蒙古栎 (*Quercus mongolicus*)、大果榆 (*Ulmus macrocarpa*) 为主的群落变化则较大。从总体来看, 大青沟地区以蒙古栎、大果榆、水曲柳、春榆为主的群落各指数差异不大。其原因可能是: 以水曲柳、春榆为主的群落乔木层多样性较高, 草本层物种多样性较低; 而以蒙古栎、大

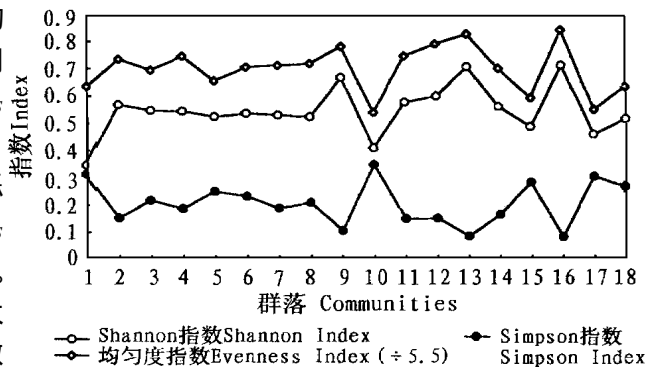


图 1 大青沟森林群落物种多样性、优势度及均匀度
Fig. 1 Species diversity, dominance and evenness of Daqinggou forest plant community

表1 大青沟植物群落多样性、优势度和均匀度

Table 1 Species diversity, dominance and evenness of Daqinggou forest plant community

群落 编号 No.	群落类型 Type of communities	群落生境特点 Characteristics of sites	乔/灌/草种数 Numbers of trees/shrubs/ grass	多样性 指数 Diversity	优势度 指数 Dominance	均匀度 指数 Evenness
1	金银忍冬 - 水曲柳群落	沟底,湿生 the bottom of ditch, hygic	10/4/36	1.9059	0.3135	0.6353
2	变豆菜 + 野大豆 - 短 梗五加 - 水曲柳群落	沟底,湿生 the bottom of ditch, hygic	12/4/35	3.1206	0.1524	0.7346
3	苔草 - 忍冬 - 水 曲柳 + 春榆群落	沟底,湿生 the bottom of ditch, hygic	11/8/30	3.0111	0.2168	0.6956
4	变豆菜 - 山荆子 - 水曲柳 + 春榆群落	沟底,湿生 the bottom of ditch, hygic	12/3/39	2.9833	0.1858	0.7459
5	苔草 - 金银忍冬 - 春榆 + 朝鲜柳群落	沟底,湿生 the bottom of ditch, hygic	13/6/32	2.8817	0.2495	0.6561
6	苔草 - 金银忍冬 - 春榆 + 水曲柳群落	沟底,湿生 the bottom of ditch, hygic	13/5/34	2.9386	0.2301	0.7047
7	变豆菜 - 山荆子 - 春榆群落	沟底,湿生 the bottom of ditch, hygic	11/3/37	2.9086	0.1870	0.7116
8	苔草 - 胡枝子 - 蒙 古栎 + 色木槭群落	沟中部,中生 the middle part of ditch, mesic	6/7/57	2.8642	0.2081	0.7161
9	苔草 + 铁杆蒿 - 山里红 + 胡枝子 - 蒙古栎群落	沟中部,中生 the middle part of ditch, mesic	6/7/55	3.6688	0.1058	0.7805
10	马唐 - 山里红 - 蒙古栎群落	沟中部,中生 the middle part of ditch, mesic	7/6/52	2.2409	0.3466	0.5374
11	苔草 - 山里红 - 家榆 + 小叶朴群落	沟中部,中生 the middle part of ditch, mesic	6/4/47	3.1674	0.1488	0.7456
12	羊草 - 大果榆群落	沟顶,旱生 the top of ditch, xerophytic	8/5/58	3.2872	0.1509	0.7884
13	野古草 - 山里 红 - 大果榆群落	沟顶,旱生 the top of ditch, xerophytic	8/7/54	3.8758	0.0853	0.8246
14	苔草 - 山里 红 - 大果榆群落	沟顶,旱生 the top of ditch, xerophytic	7/7/50	3.0663	0.1623	0.6981
15	苔草 - 山杏 - 大果榆群落	沟顶,旱生 the top of ditch, xerophytic	6/4/41	2.6686	0.2814	0.5899
16	铁杆蒿 - 胡枝子 - 大果榆 + 蒙古栎群落	沟顶,旱生 the top of ditch, xerophytic	5/7/52	3.8914	0.0816	0.8380
17	铁杆蒿 + 苔草 - 山里 红 - 大果榆群落	沟顶,旱生 the top of ditch, xerophytic	6/5/59	2.5101	0.3021	0.5475
18	苔草 + 糙隐子草 - 山 里红 - 大果榆群落	沟顶,旱生 the top of ditch, xerophytic	6/4/57	2.8135	0.2644	0.6309

注:金银忍冬 *Lonicera maackii*, 水曲柳 *Fraxinus mandshurica*, 变豆菜 *Sanicula chinensis*, 野大豆 *Glycine soja*, 短梗五加 *Acanthopanax sessiliflorus*, 苔草 *Carex* spp., 忍冬 *Lonicera maackii*, 春榆 *Ulmus japonica*, 山荆子 *Malus baccata*, 朝鲜柳 *Salix koreensis*, 胡枝子 *Lespedeza bicolor*, 蒙古栎 *Quercus mongolicus*, 色木槭 *Acer mono*, 铁杆蒿 *Artemisia sacrorum*, 山里红 *Crataegus pinnatifida*, 马唐 *Digitaria sanguinalis*, 家榆 *Ulmus pumila*, 小叶朴 *Celtis bunge*, 羊草 *Leymus chinensis*, 大果榆 *Ulmus macrocarpa*, 野古草 *Arundinella hirta*, 山杏 *Armeniaca sibirica*, 糙隐子草 *Cleistogenes squarrosa*

果榆为主的群落乔木层种类少,物种多样性低,草本层种类较多,物种多样性高。综合来看,多样性指数差异不大。

2.2 群落生境与物种多样性

群落生境对物种多样性的影响可从两个不同的层次上来考虑,在宏观层次上,物种多样性从高纬度的北极与南极比较缺乏的群落向低纬度的热带雨林生物群落有增加的趋势(特殊生境形成的生物群落,例如高山带生物群落和土壤生物群落等隐域性群落除外)。物种多样性随地带性的变化,从总体来看,多少可以说是连续的。在大青沟地区,分布范围不广,气候条件差异不大,从沟底到沟沿只是相同的大气候条件控制下的小生境的差异,在乔、灌、草植物补偿作用的综合影响下表现出大致相同的多样性值。在微观层次上,由于小生境条件的差异,表现在同一群落内多样性、优势度、均匀度的不同。在以水曲柳为主的群落内,金银忍冬-水曲柳群落中,水曲柳占绝对优势,因此具有较低的多样性,较高的优势度和较低的均匀度,表明此类群落已发展到顶极群落阶段。以春榆为主的群落多样性变化较小。在以蒙古栎为主的群落中,铁杆蒿+苔草-山里红+胡枝子-蒙古栎群落的小生境较优越,水分、养分条件较好,群落结构较完整,植株配置合理,种类较丰富,因而群落多样性大,优势度较低,均匀度较大。马唐-山里红-蒙古栎群落,群落结构较简单,林下生境由于人为破坏已趋于恶化,灌木及草本植物种类少,盖度低,因此,表现出多样性、均匀度较低和优势度较高的特点。以大果榆为主的群落也表现出类似的特点,苔草-山杏-大果榆群落、铁杆蒿+羊草-山里红-大果榆群落,生境较差,土壤干燥瘠薄,甚至大果榆的生存也受到威胁,植物种类较少,因而多样性较小,均匀度低,优势度较高。而铁杆蒿-胡枝子-大果榆+蒙古栎群落内小生境条件较好,表现出与前两类群落相反的特点。

2.3 群落动态与物种多样性

物种多样性与群落的演替动态具有密切的联系。以处于沟坡中部生境条件相对一致的蒙古栎为主的群落物种多样性变化特点来看:马唐-山里红-蒙古栎群落内大树较多,由于人为活动较多,林下灌木很少,草本植物不发达,更新较差,群落的演替有逆行进展的趋势,再加上蒙古栎大树的庇荫,其它植物入侵的条件还不成熟,因而,群落内种类较少,物种多样性低,优势度高,均匀度低。而铁杆蒿-胡枝子-大果榆+蒙古栎群落内生境条件较好,处于进展演替阶段,乔木层种类增多,特别是随蒙古栎在数量上逐渐占优势,会对改善生境起到极大的作用,进一步提高种类的丰富度,因而其多样性、均匀度较高,优势度较低。

综上所述,大青沟植物群落的多样性、均匀度、优势度不仅与群落的演替阶段有关,而且与演替方向有关。

2.4 三种指数的联系

在群落的多样性研究中,Shannon-Wiener 指数被认为是一种较好的反映个体密度、生境差异、群落类型、演替阶段的指数,均匀度指数是一种反映个体数量分布均匀程度的良好指标^[6]。Simpson 指数被认为是反映群落优势度较好的指标^[7]。

本文使用上述三种指数研究大青沟地区植物群落的多样性得到理想的结果。其中均匀度 J 是依据 Shannon-Wiener 指数计算出来的,因此从图 1 可看出,Shannon-Wiener 指数曲线与均匀度 J 曲线有非常一致的变化趋势。而优势度 Simpson 指数曲线的变化趋势与前两种曲线的变化趋势刚好相反。其中,Shannon-Wiener 指数最小值为 1.91,最大值为 3.891,只有两个群落的多样性值超过 3.5,这与 Margalef^[5]认为 Shannon-Wiener 指数一般在 1.5~3.5 之间的结论一致,表明 Shannon-Wiener 指数在本地区使用效果较好。

参 考 文 献

- 1 陈灵芝. 生物多样性保护现状及其对策. 见: 钱迎倩、马克平主编, 生物多样性研究的原理与方法, 北京: 中国科学技术出版社, 1995, 13~36
- 2 Hurlbert S H. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 1971, **52**: 577~586
- 3 马克平. 生物群落多样性的测度方法. 见: 钱迎倩、马克平主编, 生物多样性研究的原理与方法, 北京: 中国科学技术出版社, 1995, 141~165
- 4 谢晋阳. 物种多样性指数与物种多度分布格局. 见: 林金安主编, 植物科学综论, 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1992, 222~233
- 5 Magurran A E. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press, 1988
- 6 彭少麟、王伯荪. 鼎湖山森林群落分析. 物种多样性, 生态科学, 1983, **2**: 11~17
- 7 阎桂琴. 山西霍山森林群落物种的多样性和生态优势度. 西南师范大学学报(自然科学版), 1993, **18**(2): 173~178

云南楚雄村社生物多样性保护协会简介

今年农历2月初8(阳历3月6日)是彝族一年一度的马缨花节,是“红墙生物多样性保护协会”成立的日子。

位于云南楚雄紫溪山自然保护区周边地区的红墙办事处,是一个以彝族为主的社区,自古以来就“靠山吃山”。但是,彝族的宗教文化中有许多有利于生物多样性保护和利用的因素,他们将许多动物和植物作为图腾崇拜,因而一些物种受到了很好的保护,如鹰、青蛙、马缨花和山茶花等。随着近年来环境质量的下降和村民环境保护意识的加强,当地干部群众认识到生物多样性保护对其自身发展和子孙后代的重要性,在中国科学院昆明植物所有关专家的鼓励下,自发成立了“红墙生物多样性保护协会”,并把具有浓厚植物崇拜色彩的马缨花节作为协会的誕生日。协会把当地的彝族土主庙作为活动基地,在弘扬彝族传统文化的同时,宣传保护生物多样性的知识、传授农林业生产技术、交流资源保护与利用的经验。协会成立之时,有会员21名,并聘请有关专家担任顾问。现在,有许多村民要求加入协会。虽然协会成立还不到半年,但已开展了不少实质性的工作。他们在有关专家的支持下,把动植物图腾崇拜上升到生物多样性保护的高度。他们已制定了保护环境的乡规民约,将766.7公顷的水源林列为村社保护区,派专人进行管理。根据当地的传统和国家有关动植物保护法规,确定了15种野生动物、37种树木作为保护对象。在保护的同时也注重发展。针对当地果树栽培和管理不善的情况,协会邀请了果树专家对村民进行培训。最近又邀请蜜蜂专家为村民讲课,以促进紫溪山一带传统家庭养蜂业的发展。

国际山地综合发展中心环境部主任裴盛基教授,向协会捐款2千元,以支持协会的工作。国际植物遗传资源研究所专家、曾多次担任世界银行和联合国环境规划署等国际机构高级科学顾问的A. N. 拉奥教授,得知消息后十分高兴,对协会的成立予以赞赏,并撰文向国际社会介绍该协会。

(中国科学院昆明植物研究所 龙春林)