

泉山自然保护区植物群落稳定性分析

戴锡联¹, 付为国^{1*}, 戴青玲², 赵洪彪³ (1. 江苏大学江苏省现代农业装备与技术重点实验室, 江苏镇江 212013; 2. 九江学院, 江西九江 332005; 3. 徐州师范大学生命科学学院, 江苏徐州 221116)

摘要 采用 Godron 稳定性测定方法和 Simpson 指数、Shannon-wiener 指数和 Pielou 均匀度指数等多样性指数研究了泉山自然保护区植物群落的稳定性状况及多样性与稳定性之间的关系。结果显示, 群落物种总体多样性是泉山侧柏林 > 云龙山侧柏林 > 小泰山侧柏林; 群落稳定性大体表现为: 泉山侧柏林 > 云龙山侧柏林 > 小泰山侧柏林; 群落内部多样性大体为灌木层群落 > 草本层群落 > 乔木层群落, 而群落稳定性方面总体也表现为: 灌木层群落 > 草本层群落 > 乔木层群落。

关键词 群落稳定性; 物种多样性; 自然保护区

中图分类号 S718.54 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)28-13707-03

Stability Analysis on Plant Community in Quanshan Nature Reserve

DAI Xi-lian et al (Jiangsu Provincial Key Laboratory of Modern Agriculture Equipment and Technology, Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu 212013)

Abstract Godron stability measuring method and species diversity indexes, such as Simpson index, Shannon-wiener index and Pielou evenness index were chosen in order to study stability status and reveal the relationship between stability and species diversity in Quanshan Nature Reserve. The results showed that species diversity was Quanshan > Yunlongshan > Xiaotaishan; species stability was Quanshan > Yunlongshan > Xiaotaishan; communities diversity was shrub layer > herb layer > arbor layer.

Key words Community stability; Species diversity; Nature reserve

植被稳定性研究可以了解植被本身稳定性的特征和规律, 为天然植被的保护利用和建立稳定的人工植被提供科学依据。王国宏从生物多样性和稳定性的关系出发, 指出在特定的前提下, 多样性可以导致稳定性^[1]; 张继义等对植被(植物群落)稳定性作了研究, 认为植被稳定性的维持受群落内包括生物多样性在内的多种因素共同影响的结果^[2]。因此, 从不同角度, 采用不同方法进行物种多样性和群落稳定性之间关系的研究, 一直是群落生态研究的热点问题之一。

徐州地区历经战争摧残, 植被破坏严重, 低山丘陵多为石灰岩母质, 植被破坏后恢复困难。泉山自然保护区植被是解放后人工营造起来的, 在立地条件极端恶劣的环境下, 用侧柏作为先锋树种绿化荒山, 植被复被率达 94%, 对环境改善曾起到过巨大作用。由于林分结构单一, 植物群落总体上多样性较低, 在暖温带由多树种组成的落叶阔叶林地带, 长期维持单纯的针叶林面临着诸如病虫害、火灾隐患、水土保持、经济和景观效益差等问题。自从 20 世纪 90 年代以来, 当地政府对保护区内部分地区植被进行了改造。笔者对保

护区内泉山、云龙山和小泰山的侧柏林群落及其内部乔木、灌木和草本层群落进行了调查, 采用 Godron 稳定性测定方法和 Simpson 指数、Shannon-wiener 指数和 Pielou 均匀度指数等多样性指数系统分析了植物群落的稳定性状态及多样性与稳定性之间的关系, 旨在利用这种关系为保护区人工林改造和建立稳定的人工植被提供一定的科学依据。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况 泉山自然保护区包括东西泉山、小泰山、云龙山南端和金山, 面积 370 hm², 位于徐州市南郊。该地区属暖温带季风气候, 年平均气温 14.2 °C, 极端最低温 -22.6 °C, 极端最高温 40.6 °C; 年平均降水量达 848.1 mm, 降水季节分配不均, 春、夏、秋、冬各季降水分别占全年降水的 18.6%、56.8%、18.9%、5.7%; 地貌属低山丘陵, 成土母质主要是石灰岩和少量砂页岩, 土壤为粗骨褐土和淋溶褐土, pH 值 7.5~7.8, 土层浅薄, 有机质含量较低, 目前岩石大部分呈薄层状剥落, 裸露面达 30%~50%^[3]。

据统计, 徐州及附近地区共有各种植物 88 科 267 属 437

表 1 样地基本概况

Table 1 The basic situation of the sampling plots

群落位置	群落类型	样地数	坡向	坡度//°	坡位	海拔范围//m
Community location	Community types	Sampling plots	Slope direction	Gradient	Slope position	Altitude
泉山 Quanshan	侧柏林 <i>P. orientalis</i> forest	20	S	26~35°	M, U	36~235
云龙山 Yunlongshan	侧柏林 <i>P. orientalis</i> forest	29	S	15~27°	L, M	31~142
小泰山 Xiaotaishan	侧柏林 <i>P. orientalis</i> forest	10	S	23~37°	L, M, U	50~180

注: S 为南偏东和南偏西; L、M、U 分别代表下坡位、中坡位和上坡位。

Note: S means southeast slope and southwest slope; L, M and U stand for lower slope, middle slope and upper slope, respectively.

种(含种下单位, 包括栽培种), 常见的乔木种类有侧柏、刺槐、黄檀、桑树等; 常见的灌木种类有胡枝子、酸枣、茅莓等; 常见的草本植物有苎草、地榆、绵毛马兜铃、苦苣菜等^[3]。

1.2 研究方法

1.2.1 样方设置 野外调查于 2006 年 5 月初至 7 月中旬进行。选取保护区内分布最广的侧柏林作为研究对象。在泉山、云龙山、小泰山的侧柏林随机设置 20 m × 20 m 的乔木样方 59 个, 每个乔木样方内左下角设置 1 个 5 m × 5 m 灌木样方, 每个灌木样方设置 1 个 1 m × 1 m 草本样方。

作者简介 戴锡联(1976-), 男, 江苏铜山人, 在读硕士, 从事农业机械化工研究。* 通讯作者, 博士, 副研究员。

收稿日期 2009-05-31

1.2.2 记录项目。主要包括:乔木的高度、胸径、冠幅、叶层厚度;灌木和草本的盖度、株数、叶层厚度、物候期;海拔、坡度、坡向、土壤类型等数据。样地状况见表1。

1.2.3 多样性指数计算方法。群落中乔木、灌木和草本的物种多样性均采用重要值指标进行计算^[4]:

$$\text{乔木重要值} = (\text{相对密度} + \text{相对显著度} + \text{相对频度}) \times 100/3$$

$$\text{灌木和草本重要值} = (\text{相对密度} + \text{相对盖度} + \text{相对频度}) \times 100/3$$

表征物种多样性指标较多^[4],笔者采用以下3个多样性指数来表示。

$$\text{Simpson 指数: } D = 1 - \sum_{i=1}^s \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$

Shannon-wiener 指数:

$$H' = 3.3219(\lg N - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^s n_i \lg n_i)$$

$$\text{Pielou 均匀度指数: } J = (-\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i) / \ln S$$

式中, $P_i = n_i/N$; S 为物种丰富度指数,即群落内物种总数; n_i 为第 i 种的重要值; N 为群落内全部种的重要值。

根据群落垂直结构的特点,在测度群落总体多样性指数时,对不同层次的多样性指数进行加权,权重为不同层次的相对盖度和叶层厚度之和的算术平均值,其公式^[5]为:

$$W_i = (C_i/C + H_i/H)/2$$

式中, C_i 为第 i 个层次盖度; C 为群落总盖度 ($C = \sum C_i$); H_i 为第 i 个层次叶层平均厚度; H 为群落各层次叶层平均厚度之和 ($H = \sum H_i$)。

$$\text{群落总体多样性} = \sum_{i=1}^3 W_i \times \text{第 } i \text{ 层的多样性}$$

1.2.4 稳定性的测定方法。法国生态学家 Godron^[6] 提出的测定植物群落稳定性方法是从工业生产中发现并引入到植物生态学研究中的。它由所采样的植物群落中所有物种数量及其频度进行计算,反映群落稳定的信息。这种方法认为植物累计种类倒数与累计相对频度的比值在 20/80 这一点上是群落的稳定点,比值越接近 20/80,群落就越稳定。

2 结果与分析

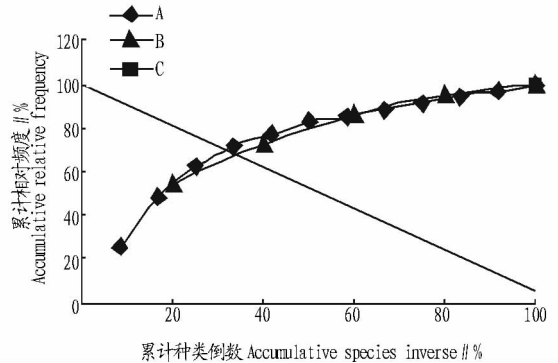
2.1 多样性指数分析结果 研究地现存植被大部分是常绿针叶林,建群种为侧柏。由表2可知,泉山侧柏林的乔木、灌木和草本层物种丰富指数都有一定优势。3个群落及各个层次的多样性指数 D 、 H' 和 J 均呈现出规律性的变化,依次为泉山最高,云龙山次之,小泰山最低。因而3个群落的物种多样性为泉山最高,小泰山的多样性最低。泉山和云龙山的物种丰富度差异较大,而指数 H' 值相差很小,说明在泉山群落内,尽管物种总数较多,但物种之间数量差异较大,即物种数量的分布均匀程度和云龙山相比较低。总体上3个群落的多样性顺序为:泉山侧柏林 > 云龙山侧柏林 > 小泰山侧柏林。3个群落中,灌木层的种类和数量都有明显优势,因而对植物群落多样性的贡献最大,草本层次之,乔木层种类较少,对多样性的贡献最少。因此在3个群落内部多样性的顺序为:灌木层群落 > 草本层群落 > 乔木层群落。

2.2 乔木层稳定性分析结果 根据 Godron 法作出各群落乔木层、灌木层和草本层的稳定性图。由图1可知,在图中

交点处分别可以找到泉山和云龙山乔木层累计种类倒数与累计相对频度比值分别为 30/70 和 32/68 的。因而泉山乔木层处于稳定状态,云龙山处于不稳定状态。小泰山乔木层为侧柏纯林,在 Godron 法中为一个点,找不到交点,因而属于最不稳定的群落。因此3地乔木层稳定性大小顺序为泉山乔木层群落 > 云龙山乔木层群落 > 小泰山乔木层群落。

表2 植物群落物种多样性
Table 2 Plant community diversity

群落及层次 Community and layer	丰富度 指数 S Richness index	Simpson 指数 D Simpson index	Shannon-wiener 指数 H' Shannon - wiener index	Pielou 均匀度 指数 J Pielou evenness index
泉山 Quanshan	53	0.912 5	3.482 8	0.532 1
乔木层 Arbor layer	12	0.423 1	1.012 9	0.234 5
灌木层 Shrub layer	25	0.931 7	2.987 5	0.759 2
草本层 Herb layer	16	0.795 7	2.712 0	0.387 6
云龙山 Yunlongshan	41	0.838 9	3.481 9	0.460 9
乔木层 Arbor layer	5	0.121 0	0.471 9	0.102 1
灌木层 Shrub layer	23	0.851 3	2.962 0	0.421 0
草本层 Herb layer	13	0.785 3	2.474 0	0.386 2
小泰山 Xiaotaishan	21	0.791 4	3.423 4	0.372 7
乔木层 Arbor layer	1	0	0	0
灌木层 Shrub layer	11	0.827 0	2.490 1	0.327 8
草本层 Herb layer	9	0.647 8	2.450 2	0.295 0



注: A 为泉山; B 为云龙山; C 为小泰山。下同。

Note: A. Quanshan; B. Yunlongshan; C. Xiaotaishan. The same as follows.

图1 乔木层稳定性解析

Fig. 1 Stability figure of arbor layer

2.3 灌木层稳定性分析结果 由图2可知,在泉山和云龙山可以找到的交点为 24/76 和 30/70,二者处于稳定状态,在小泰山的交点距离 20/80 较远,为 36/64,因而小泰山灌木群落处于不稳定状态。

2.4 草本层稳定性分析结果 3个群落中草本层均较少,大多为稀少种群。由图3可知,在泉山可以得到一个交点比值为 27/73,比较接近 20/80,云龙山和小泰山分别为 31/69 和 38/62。因此后二者草本层的稳定性都较差,以小泰山为最差。

3 结论与讨论

3.1 结论 泉山各层次稳定性均较好,小泰山则总体较差,因此植物群落的总体多样性是泉山侧柏林 > 云龙山侧柏林 > 小泰山侧柏林;群落稳定性大体表现为:泉山侧柏林 > 云

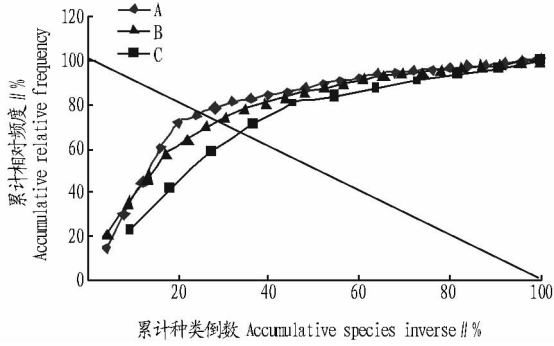


图2 灌木层稳定性解析

Fig. 2 Stability figure of shrub layer

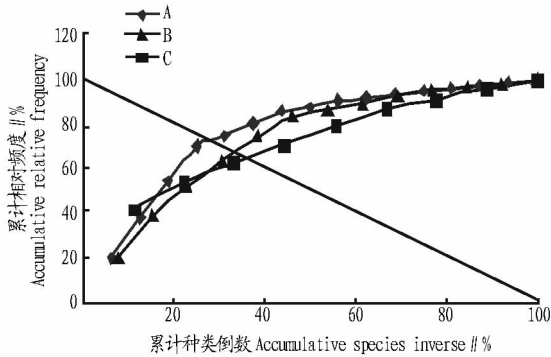


图3 草本层稳定性解析

Fig. 3 Stability figure of herb layer

龙山侧柏林 > 小泰山侧柏林; 群落内部多样性大体为灌木层群落 > 草本层群落 > 乔木层群落, 而群落稳定性方面总体也表现为灌木层群落 > 草本层群落 > 乔木层群落。泉山群落和云龙山灌木群落的现状物种组成比例与平衡比较接近, 群落处于稳定状态; 云龙山乔木层、草本层和小泰山群落总体上都处于不稳定状态。

3.2 讨论

(1) 改造前泉山、云龙山和小泰山植物群落的起点条件基本相同, 十几年来改造的力度和范围不同, 已经对 3 地人工林的稳定性产生了不同程度的影响。侧柏为保护区内的优势树种, 适应当地的气候和土壤条件。但针叶林的落叶量少, 松针表面覆盖着蜡质, 枯落物不易分解, 林下许多地面覆盖超过 2 cm 的松毛, 因而土壤肥力提高较慢, 林下层物种发育不良, 导致单纯侧柏林物种多样性较低, 稳定性也较差。

因而土层较薄且岩石裸露较多的小泰山侧柏纯林稳定性也较差。1992 年, 泉山森林公园的建立, 经过大力改造, 引进了刺槐等大量树种, 刺槐的固氮作用和落叶量大对土壤的改良起了很重要的作用, 土壤有机质含量提高, 为林下种群生长提供了良好的条件, 同时采用间伐、疏枝等抚育手段, 丰富了泉山植物的种类和数量, 改善了群落结构, 促进了植被向着稳定性的状态发展。虽然在云龙山的局部地方进行了开发, 但范围较小, 目前仅残存着少量落叶阔叶树种, 形成了侧柏占优势, 其他树种较弱, 总体稳定性不高的局面。

(2) 泉山的现状为当地其他人工林地的改造提供了一个良好的模式。虽然泉山总体群落测定值处于稳定状态, 但中间参与了人为干扰因素, 引种、补种和间伐等管理手段起了很大作用, 说明泉山离完全稳定生长还需要长期的改造实践。

(3) 由 Gordon 稳定性图可以看出, 由于人工林的乔木物种较少, 曲线图误差较大, 从而降低了稳定性测定值的准确性。云龙山的乔木层多样性较低, 稳定性应相对低一些, 但 Godron 稳定性比值 32/68 较接近稳定状态, 很可能就是这个原因造成的。

(4) 乔木层对森林群落的结构和功能作用与灌木层和草本层相比更为重要, 但该地区基本是人工林, 乔木树种较少, 对多样性贡献也较少, 引入灌木层和草本层的分析, 可以在一定程度上减少乔木树种较少引起的多样性 - 稳定性分析偏差。

(5) 不少学者认为, 植物群落多样性指数并不能完全代表群落的稳定性。但笔者的结论表明, 在人工育林初期物种多样性低下的情况下, 适当提高物种多样性程度, 可以提高群落的稳定性, 这也与王国宏的研究结论相同。因而应继续加大引进适合当地地带性类型树种的力度, 选择与当地环境条件相适应的植被类型(乔木、灌木或草本)为目标植被; 逐步建立针阔混交林, 进一步提高群落的稳定性。

参考文献

- [1] 王国宏. 再论生物多样性与生态系统的稳定性[J]. 生物多样性, 2002, 10(1): 126 - 134.
- [2] 张继义, 赵哈林. 植被(植物群落)稳定性研究评述[J]. 生态学杂志, 2003, 22(4): 42 - 48.
- [3] 阎传海. 徐州泉山自然保护区评价[J]. 生态科学, 1998, 17(1): 70 - 75.
- [4] 宋永昌. 植物生态学[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001: 45 - 51.
- [5] 郭正刚, 刘慧霞, 孙学刚, 等. 白龙江上游地区森林植物群落物种多样性的研究[J]. 植物生态学报, 2003, 27(3): 388 - 395.
- [6] GODRON M. Some aspects of heterogeneity in grass lands of Cantal [J]. Statistical Ecology, 1972(3): 397 - 415.
- [7] 安月改, 李元华. 河北省近 50 年蒸发量气候变化特征[J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(4): 159 - 162.
- [8] 张家宝, 史玉光. 新疆气候变化及短期气候预测研究[M]. 北京: 气象出版社, 2002: 2 - 7.
- [9] The Report of IPCC Climate Change 2007. The physical basis climate[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- [10] 王绍武, 龚道溢, 陈振华, 等. 近百年来中国的严重气象灾害[J]. 应用气象学报, 1999(S1): 43 - 53.
- [11] 左洪超, 吕世华, 胡隐樵. 中国近 50 年气温及降水量的变化趋势分析[J]. 高原气象, 2004, 23(2): 238 - 224.
- [12] 黄嘉佑. 气候状态变化趋势与突变分析[J]. 气象, 1996, 21(5): 56 - 57.

(上接第 13699 页)

右发生突变并通过检验, 认为 1991 年左右合肥市降水量存在突变现象, 表现为降水量上升; 另外, 降水量可能在 2001 年左右发生突变, 但未能通过检验。

参考文献

- [1] 丁一汇, 戴晓苏. 中国近百年来来的温度变化[J]. 气象, 1994, 20(12): 19 - 26.
- [2] 杨建平, 丁永建, 陈仁升, 等. 近 40a 中国北方降水量与蒸发量变化[J]. 干旱区资源与环境, 2003, 17(2): 6 - 11.