溧阳地区森林景观的生物多样性评价

杨学军¹, 姜志林²

(1. 上海交通大学农学院, 201101; 2. 南京林业大学, 210037)

摘要:对在江苏省南部和太湖流域具有一定代表性的溧阳地区的森林景观开展了森林生态系统多样性的研究,对主要森林生态系统类型分层次进行了植物多样性的调查分析。基于生态系统和物种两个水平的多样性调查研究,尝试以 W 和 Z 两个指标对研究区域森林景观的生物多样性特征进行历史的动态评价,结果体现出在近 20a 的森林经营过程中,溧阳地区森林景观的生物多样性水平有下降的趋势。

关键词:溧阳地区; 森林景观; 生物多样性; 评价

Evaluation on bio-diversity of the forest landscape in Liyang district

YANG Xue-Jun¹, JIANG Zhi-Lin² (1. Shanghai Jiaotong University Agricultural College, 201101, China; 2. Nanjing Forestry University, 210037, China)

Abstract: Forest ecosystem diversity of the forest landscape and the species diversity of the main forest ecosystem types was studied. The research site Liyang district is a representative in forest vegetation and in social economy at that highly developed area. Based on this, the evaluation on the dynamic state of bio-diversity of the forest landscape was assessed by calculating index W and index Z . The conclusion shows that the bio-diversity level of the forest landscape in Liyang district comes down during the past twenty years.

Key words: Liyang district; forest landscape; bio-diversity; evaluation

文章编号: 1000-0933(2001)04-0671-05 中图分类号: Q16; S718 文献标识码: A

森林生态系统具有高生物多样性的特点,是生物多样性保护的重要领域。维护生物多样性也是森林可持续经营的重要内容。过去对森林生物多样性的保护一直强调对自然生态系统中的生物多样性资源的保护,但随着人工林生态系统不断增加和扩大,单依赖这一途径显然是不够的,必须充分估价人类经营行为对森林生物多样性的影响,应研究考察包括人工林在内的森林生物多样性特点。

维护森林的生物多样性面临两个难点问题,一是何为有效的保护途径,另一问题是如何评价一定区域森林的生物多样性水平及判定其变化。对于一定区域的森林景观的生物多样性特征,包含生态系统和物种两个水平,一方面取决于区域森林景观中生态系统类型的多样性,另一方面取决于各森林生态系统类型的物种多样性特点。因此本文在对溧阳地区森林景观开展生态系统多样性和主要森林类型植物多样性两方面研究的基础上,尝试对研究区域森林景观的生物多样性特征进行历史的动态评价。

1 研究区域概况和研究方法

研究地点溧阳市地理位置为北纬 $31^{\circ}09' \sim 31^{\circ}41'$,东经 $119^{\circ}08' \sim 119^{\circ}37'$,处于中亚热带和北亚热带过渡地带。该区森林覆盖率大约是 21.3%,历来是江苏省重要的林特产基地,经济发展水平在江苏省位居中游,因此在太湖流域尤其是苏南地区具有较强的代表性。

根据研究区域的森林资源数据,以优势树种确定区域 8 种主要森林类型,如表 1 示。在当地专业人员协助下,综合考虑各主要森林类型特点,如资源分布及培育现状、立地条件、经营措施、受干扰程度等因素,

基金项目: 国家林业局南京林业大学森林定位研究资助项目

收稿日期: 1999-09-13 修回日期: 1999-10-14

作者简介: 杨学军(1968~),男,江西兴国人,博士,副教授。主要从事森林生态、城市园林绿化和环境生态等方面的研究。

选择具有代表性的典型林分对各主要森林类型的植物种多样性分别乔、灌、草 3 个层次进行样地调查。采用 20m×40m 的样地,样地内划分为 8 个 10m×10m 的子样地记录乔木层物种;在子样地内再设置 3 个 2m×2m 的小样方,在小样方中对灌木、更新幼苗幼树按种类清点株数,对草本记录各种类的盖度。

对于森林生态系统多样性根据 1975、1986 和 1996 年 3 次森林资源清查数据,参照文献[3],从林种、按优势树种划分的森林类型、林分年龄等方面进行统计和分析。

本文多样性指数计算采用 Shannon-Wiener 指数及 Simpson 指数计算公式。区域主要森林类型所选标准林分中的样地基本情况如表 1 示。

表 1 样地基本情况表
Table 1 The basic conditions of sample sites

森林类型代码 Forest type code	国外松 林 F1	马尾松 林 F2	板栗林 F3	毛竹林 F4	杉木林 F5	麻栎林 F6	天然栎 类林 F7	黑松林 F8
优势树种 Dominate species	<i>Pinus taeda</i> , <i>P. elliotii</i>	<i>P.</i> <i>massoniana</i>	<i>Castanea</i> <i>mollissima</i>	<i>Phyllostachys</i> <i>pubescens</i>	<i>Cunninghamia</i> <i>lanceolata</i>	<i>Quercus</i> <i>acutissima</i>	<i>Q. acutissima</i> <i>Q. dentata</i>	<i>P.</i> <i>thunbergii</i>
林分面积(hm ²) Stand area	6.7	3.3	5.5	3.0	2.7	2.0	4.0	0.7
林龄 Stand age	14	42	40	35	22	27	45	15
郁闭度 Coverage	0.6	0.6	0.45	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6
经营措施 Manage measure	带状整地 穴植	一锄法 栽植	每年全 垦抚育	每年割 杂垦复	带状整地 抚育间伐	穴植	天然次 生林	整地 穴植

2 溧阳地区主要森林类型的生物多样性特点

各主要森林类型各层次的物种丰富度和物种多样性指数统计计算结果见表 2。

2.1 各主要森林类型乔木层的物种多样性

大部分人工林如 F2、F3、F5、F8 等森林类型的乔木层为单一树种,多样性指数值为零。这一区域的毛竹林经营强度较大,大都是纯林,主林层的多样性指数同样为零。F1 也是人工林,但因其中混有杉木和马尾松两种人工用材树种的个别植株,所以乔木层多样性指数不为零。这种现象在人工林中很常见,但引起的生物多样性指数的变化很小,不会影响其总的生物多样性特征。麻栎人工林 F6 由于当年造林采用穴植,没有完全破坏地被,保留了一些其它树种,因此成为乔木层物种数量较多的人工林。乔木层多样性指数最大的是栎类天然阔叶混交林 F7。通过比较可以发现,人工林的经营对乔木层的乔木树种的物种多样性带来较大的影响。即使是天然杂阔林,由于人为干扰较多,与同一地带保护较好的栎类天然林的物种多样性也有很大差异,如位于江苏省句容县的南京林业大学下蜀森林定位研究站的麻栎林群落和白栎林群落中,乔木层的 Shannon-Wiener 物种多样性指数值分别可达 1.8119 和 1.9424, Simpson 指数分别可达 0.8158 和 0.8188。

2.2 各主要森林类型幼树、灌木层的物种多样性

在 8 种主要类型中,按物种数量的排序为:F5>F6>F7>F4>F2>F8>F1>F3。物种数量最多的是 F5。出现这种情况的主要原因是间伐后林分郁闭度降低,林下光照条件较好,后期缺乏管理,山顶山脚保留有杂灌林带可以提供种源,造成物种的大量侵入。最少的是 F3,强度的经营控制使之不存在灌木层。此外,对于 7 种森林类型灌木层的物种多样性指数,由于受均匀度的影响,它们的排序同按物种丰富度的排序相比发生了很大改变,为:F4>F5>F6>F1>F2>F7>F8。毛竹林 F4 因为年年割杂使林下幼树、灌木的个体小而分布均匀,多样性指数最大,超出比它物种数量要多的 F5、F6 和 F7。由于均匀度的影响,F1 的物种多样性指数值也超过了 F2 和 F8。F7 的物种丰富度仅次于 F6 和 F5,但其物种多样性指数值却较小,仅仅大于 F8,这也是因为它的幼树、灌木层发育较为成熟,有较明显的优势种,均匀度低而造成的。

2.3 各主要森林类型草本层的物种多样性

各主要森林类型草本层中,F3 物种丰富度最高,可能是因为人工经营措施削弱了上层植被覆盖的影响,通过干扰维持了一个适合于草本植物的聚集生长的环境,而且这种干扰的周期恰恰与草本植物的生

长周期具有协同性。F2 的草本植物种类的丰富度最低;F7 和 F6 的草本植物种数量也较少。这 3 种类型乔木层郁闭程度高,尤其是幼树、灌木层相对于其它类型发育较为良好,因此层间竞争的结果使林下的草本植物数量较少。草本层的物种多样性指数基于盖度来进行计算,排序为 $F4 > F8 > F3 > F2 > F7 > F1 > F5 > F6$ 。

表 2 各主要森林类型分层物种丰富度和多样性指数值^[1]
Table 2 Species richness and biodiversity in different layers of main forest types

层次 Layer	指标 Index	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
乔木层 Tree layer		3	1	1	1	1	5	9	1
灌木层 Shrub layer	物种 丰富度	14	19	0	22	29	28	24	17
草本层 Herb layer	Abundanc e	20	10	32	28	23	16	14	22
总和 Total		37	30	33	51	53	49	47	40
乔木层 Tree layer	Simpson	0.0414	0	0	0	0	0.2972	0.6285	0
灌木层 Shrub layer	指数 Simpson	0.8374	0.8180	—	0.9272	0.9075	0.8502	0.6600	0.6162
草本层 Herb layer	index	0.7365	0.7759	0.8696	0.8946	0.5336	0.5325	0.7402	0.8738
总和 Total		1.6153	1.5935	0.8696	1.8218	1.4411	1.5799	2.0287	1.4900
乔木层 Tree layer	Shannon -Wiener	0.1167	0	0	0	0	0.6802	1.4290	0
灌木层 Shrub layer	指数 Shannon	2.1103	2.0047	—	2.7768	2.7119	2.3911	1.6579	1.5023
草本层 Herb layer	-Wiener index	1.9294	1.7596	2.5151	2.6861	1.4969	1.1664	1.6553	2.3130
总和 Total		4.1564	3.7643	2.5151	5.4629	4.2088	4.2379	4.7422	3.8153

表 3 各主要森林类型分层时间-稳定性系数加权生物多样性指数值^[1]
Table 3 Time-stability coefficient weighted biodiversity index value of different layer in forest types

层次 Layer	指标 Index	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
乔木层 Tree layer	Time- Stability	0.1121	0	0	0	0	0.9903	2.4063	0
灌木层 Shrub layer	Coefficient	1.5004	1.4657	—	0.6427	1.6260	1.5234	1.1826	1.1041
草本层 Herb layer	weighted Simpson index	0.5105	0.5378	0.6028	0.6201	0.3699	0.3691	0.5131	0.6057
总和 Total	value	2.123	2.0035	0.6028	1.2628	1.9959	2.8828	4.1020	1.7098
乔木层 Tree layer	Time- stability	0.3160	0	0	0	0	2.2666	5.4711	0
灌木层 Shrub layer	Coefficient	3.7812	3.5919	—	1.9247	4.8591	4.2843	2.9706	2.6918
草本层 Herb layer	weighted Shannon -Wiener index	1.3374	1.2197	1.7433	1.8619	1.0376	0.6931	1.3383	1.6032
总和 Total	value	5.4346	4.8116	1.7433	3.7866	5.8967	7.2440	9.7800	4.2950

2.4 区域主要森林类型间物种多样性特点的比较

对各森林类型的物种多样性进行比较排序是进一步评价的基础。对各森林类型的物种多样性进行比较排序首先可考虑通过各层次物种多样性指标的直接求和法来进行,结果见表 2。各主要森林类型总物种丰富度排序为 $F5 > F4 > F6 > F7 > F8 > F1 > F3 > F2$, Simpson 指数排序是 $F7 > F4 > F1 > F2 > F6 > F8 > F5 > F3$, Shannon-Wiener 指数排序是 $F4 > F7 > F6 > F5 > F1 > F8 > F2 > F3$ 。比较可以发现,3 种排序存在较大的差异,很难根据排序来对各主要森林类型直接进行生物多样性的评价。

针对这一问题,应用各层次物种多样性指标的时间-稳定性系数加权求和法,以系统中各层次发育

时间的函数构成时间—稳定性系数,以此作为各层次的物种多样性指数求和的权系数,给生物多样性指标赋予稳定性内涵,以求取得一致性,便于比较分析和评价。

设时间—稳定性权系数为 C , 则:

$$C = \ln(a + 1)^{[1]}$$

其中 a 为系统中某一层外貌发育趋于稳定的时间。通过计算各类型各层次的时间—稳定性权系数并加权求和,得到结果如表 3。按 Simpson 指数加权求和的排序是 $F7 > F6 > F1 > F2 > F5 > F8 > F4 > F3$ 。按 Shannon-Wiener 指数加权求和的排序是 $F7 > F6 > F5 > F1 > F2 > F8 > F4 > F3$ 。两者间有较大的一致性。结合物种丰富度的排序分析,认为按 Shannon-Wiener 指数的时间—稳定性权系数和的排序较好地反映了各森林类型的多样性特点,以之作为计算区域森林景观的物种多样性特征和分析其变化的基础。

3 溧阳地区森林景观的生态系统多样性及其动态

溧阳地区的森林类型除前述的主要森林类型外,还有数量较少的柏类、水池杉、刺槐、杨树、泡桐等森林类型。林种分为用材林、防护林、薪炭林、特用林 4 种,林龄划分为幼、中、近、成、过 5 个年龄段。根据 3 次森林资源清查数据进行计算,结果如表 4。表 4 中 T 值求和参考文献[3],公式如下:

$$T(\text{森林类型, 林种, 龄组}) = ID(\text{森林类型}) + ID(\text{林种}) + ID(\text{龄组})$$

由于各方面多样性指数值间不具有独立性, T 值在理论上很难有充分明确的意义,仅作参考。

表 4 溧阳地区森林景观的生态系统多样性[4]

Table 4 Ecosystem biodiversity of forest landscape in Liyang

年度 Year	指数 Index	林种多样性 Diversity of stand sort	林龄多样性 Diversity of stand age	类型多样性 Diversity of forest type	总多样性 Total value
1975	Shannon- Wiener index	1.24	0.65	1.73	3.62
1987		1.09	0.92	1.70	3.71
1996		1.09	1.16	1.69	3.84
1975	Simpson index	0.68	0.45	0.78	1.91
1987		0.64	0.51	0.77	1.92
1996		0.64	0.62	0.76	2.02

通过对 1975 年、1987 年和 1996 年度区域森林景观的生态系统多样性指数的比较可以看出,林种多样性指数和类型多样性指数降低,森林的龄组结构多样性指数递增,总多样性也有所增加。1987 年与 1975 年相比,林种的种数是增加的,但因为各种类所占的面积比例非常不均匀,多样性指数反而降低。由于林龄多样性指数差异较大而其它多样性指数差异很小,使总多样性增加。

在特定区域的森林景观中,各森林生态系统类型的数量特征及它们之间的比例关系会随着森林本身的演替和人类的经营活动的影响而发生变化,这种变化可在相应的多样性指数值的变化中得到一定的体现。

4 区域森林景观的物种多样性特征及其变化

对一定区域森林进行生物多样性特征及其变化的定量评价,目前少有这方面的文献。本文从森林景观的物种多样性特征和综合的生物多样性特征两方面进行评价。

4.1 区域森林景观的物种多样性特征及其变化

在对各主要森林类型的物种多样性进行比较分析的基础上,从物种多样性角度可以进一步判定森林景观动态中生物多样性的变化趋势。发展生物多样性高的森林类型应有利于生物多样性的维持;反之,若生物多样性低的森林类型的面积扩大,则显然不利于生物多样性的长期保持。基于此,提出区域森林景观的面积加权物种多样性指标 W :

$$W = \sum_{i=1}^8 A_i (I'_{sh})_i \quad i = 1, 2, \dots, 8$$

其中, I'_{sh} 为表 3 的 Shannon-Wiener 指数的时间—稳定性权系数和, A_i 为第 i 种森林类型所占的面积

比例。计算结果见表 5。

从表 5 中可知,由于 F7、F6 等生物多样性水平较高的森林类型面积的不断减少,低生物多样性水平的 F3 类经济林面积的不断增加, W 的值呈加速递减的趋势。

表 5 W 值计算
Table 5 Calculation of W

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	W
I_{sh}	5.4346	4.8116	1.7433	3.7866	5.8967	7.2440	9.7800	4.2950	—
$A_i(75)$	0.0215	0.3695	0.0500	0.3436	0.0157	0.0436	0.1075	0.0428	4.93
$A_i(87)$	0.0192	0.3304	0.0939	0.2651	0.1612	0.0268	0.0652	0.0382	4.81
$A_i(96)$	0.0537	0.3208	0.2083	0.1984	0.1190	0.0183	0.0688	0.0307	4.59

4.2 区域森林景观综合的生物多样性特征及其变化

前文分别从生态系统多样性和物种多样性两方面分析了溧阳地区森林景观的生物多样性特征的变化。由于这两个尺度水平间是相互独立的,所以可以两者的积来反映区域森林景观综合的生物多样性特征。设指数 Z :

$$Z = W \times D_{type}$$

其中, W 见前文, D_{type} 选用表 4 中按优势树种划分的森林类型 Shannon-Wiener 多样性指数值, 计算溧阳地区森林景观综合的生物多样性特征 Z 值, 1975、1987、1996 年分别为 8.53、8.18、7.76, 呈下降趋势。溧阳地区森林景观的综合生物多样性特征指数 Z 值由于物种多样性特征值和生态系统多样性指数值都呈下降的趋势, 所以 Z 值的下降是必然的。

利用森林景观综合的生物多样性特征 Z 值理论上可对多个不同区域的森林景观进行生物多样性的比较, 或对于某一特定的区域可进行历史的、动态的比较与分析。 Z 值这一指标与 W 值指标相比综合考虑了生态系统多样性和物种多样性两个水平, 包括非主要森林生态系统类型数量变化可能产生的影响, 但以 Z 值的比较来表征和研究区域森林景观生物多样性的动态变化, 其结果仍然只能是一般性的参考, 因为这一指标并没有考虑珍稀物种、特有生态系统类型的生物多样性价值的特殊性和重要性。

5 讨论

森林生物多样性是森林经营可持续性程度的一个重要体现, 因此对一定地区的生物多样性水平及其变化进行评价是森林经营宏观决策所必须解决的关键问题之一, 也是寻求有效保护途径的基础依据。本文在研究一定区域森林景观生态系统多样性和主要森林类型植物物种多样性的基础上所提出的评价方法, 仅是一种尝试, 须进一步探讨和完善。

对于研究区域在近 20 年来森林生物多样性水平呈下降的趋势, 这可能也是我国森林经营中存在的一种普遍现象, 应进一步引起重视。为维持森林景观具有较高的生物多样性, 一方面可以划出一定面积的森林使它保持自然或半自然状态, 有利于维护森林生态系统多样性和森林物种多样性的基础。另一方面, 在森林经营中, 要对区域森林景观进行全面合理的规划, 在保存多种森林生态系统类型的前提下, 发展生物多样性水平高的森林类型; 在森林经营中减小人为干扰的尺度范围, 注意各生态系统类型间的空间分布, 增加异质性, 以利于物种流动及保存, 使生物多样性得到恢复和发展。

参考文献

- [1] 杨学军, 姜志林, 戴国钦, 等. 苏南主要森林类型的生物多样性调查与比较研究. 生态学杂志, 1998, 17(6): 14~17.
- [2] Richard Gale, 赵林森, 等译. 森林应该持续什么. 见: 林业部环境保护与管理办公室编. 森林可持续发展译文集, 1996. 39~45.
- [3] 祝宁. 生境及其多样性的测定. 东北林学院学报, 1982, (1): 134~141.
- [4] 杨学军, 姜志林, 蒋如生, 等. 溧阳地区森林景观的生态系统多样性研究. 农村生态环境, 1998, 14(3): 5~8.
- [5] 陈炳浩. 国际生物多样性保护现状与对策. 世界林业研究, 1995, (1): 7~9.
- [6] 黄建辉. 苏南地区溧阳地区森林植被的物种多样性分析. 植物学报, 1994(36): 178~186.
- [7] 史作民. 区域生态系统多样性评价方法. 农村生态环境, 1996, 12(2): 1~5.