武夷山风景名胜区不同森林景观物种多样性特征研究*

何东进[1]　洪　滔[1]　胡海清[2]　王英姿[1]　刘勇生[1]　范圣锋[1]
(1.福建农林大学林学院　福州　350002;2.东北林业大学研究生部　哈尔滨　150040)

摘　要　以武夷山风景名胜区植物群落调查样地资料为基础,运用物种丰富度、多样性指数及均匀度指数对构成该区森林景观的6类森林类型(马尾松林、杉木林、经济林、竹林、阔叶林和茶园)的物种多样性进行测定与分析。结果表明:6类森林景观不同生长型的物种丰富度存在差异,表现为灌木层物种丰富度较高,而乔木层与草本层物种丰富度较低,除个别森林类型外,各森林类型物种丰富度的垂直结构为灌木层>乔木层>草木层;不同森林景观类型的物种多样性亦存在较大差异,总体趋势为阔叶林>马尾松林>杉木林>竹林>茶园>经济林,符合物种多样性的一般性规律,即天然林景观>半人工林景观>人工林景观;基质景观天然马尾松林不同演替阶段的物种多样性随演替进展而逐渐增加。不同研究区物种多样性比较结果表明,武夷山风景名胜区具有较高的物种多样性。

关键词　武夷山风景名胜区　森林景观　物种多样性

Species diversity in different forest landscapes in the Wuyishan Scenery District. HE Dong-Jin[1], HONG Tao[1], HU Hai-Qing[2], WANG Ying-Zi[1], LIU Yong-Sheng[1], FAN Sheng-Feng[1], (1. College of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 2. Graduate School, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China), *CJEA*, 2007, 15(2): 9～13

Abstract　Species richness, species diversity index and evenness index of six forest landscape types in Wuyishan Scenery District including *Pinus massoniana* forest, *Cunninghamia lanceolata* forest, economic forest, bamboo forest, broad-leaved forest and *Camellia sinensis* plantation were discussed by using the sampling data. The results show that species richness is different with types of vegetation in six forest types. Species richness of shrubs is higher, whereas those of trees and herbs are lewer, and the vertical structure of species richness is in the following order: shrubs>trees>herbs in most forest types. The differences of species diversity among the six forests are significant, and the order of species diversity is broad-leaved forest> *Pinus massoniana* forest> *Cunninghamia lanceolata* forest>bamboo forest> *Camellia sinensis* plantation>economic forest, which accords with the general law of the variety of species diversity: natural forest>half artificial forest>artificial forest. The results of species diversity of different stages in *Pinus massoniana* forest indicate that species diversity is increased with the succession of forest. Comparison of species diversity in the Wuyishan Scenery District with that in other areas shows that Wuyishan Scenery District is an area with a very abundant plant diversity.

Key words　Wuyishan Scenery District, Forest landscape, Species diversity
(Received Oct.1, 2005; revised Nov.12, 2005)

景观异质性是景观的重要属性,它是景观生态学的研究核心之一[17]。在一定景观或区域内,首先表现为景观异质性,而景观的异质性格局是由群落多样性决定的[1],群落多样性研究不仅是群落生态学研究的重要内容,也是景观生态学研究的基础。物种多样性是物种丰富度和分布均匀性的综合反映,体现了群落结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度和生境差异,它是揭示植被组织水平的生态基础,可以反映生物群落在组成、结构、功能和动态方面表现出的异质性[2,3]。近年来笔者对武夷山风景名胜区景观的生态特征、斑块特征、空间格局等开展了一系列研究工作[4～10],本研究进一步分析比较了武夷山风景名胜区不同森林景观的物种多样性,阐明了武夷山风景名胜区的物种多样性特征,为揭示其景观异质性形成机制及其保护提供参考。

1　研究区域概况与研究方法

研究区域概况见文献[4～10]。武夷山风景名胜区可划分为10类景观类型,即马尾松(*Pinus massoniana*)林、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)林、经济林、竹林、阔叶林、茶(*Camellia sinensis*)园、农田、河流、居住地和裸地。其中森林景观(包括马尾松林、杉木林、经济林、竹林、阔叶林、茶园)面积约占整个风景区面积的80%,本文就武夷山风景名胜区6类森林景观的物种多样性开展研究,同时,为探讨基质景观马尾松林(面积

* 福建省自然科学基金项目(D310018)、福建省教育厅项目(JA03078)和福建省科技厅重大项目(2001F007)资助
收稿日期:2005-10-01　改回日期:2005-11-12

占风景区总面积的60.01%)不同演替阶段植物物种多样性的变化,将马尾松林分为幼龄林、中龄林、近成熟林和成过熟林。

样地调查采用典型取样技术,在6类森林类型代表性地段设置样地,除阔叶林设置4个20m×30m样地外,杉木林、经济林、竹林、茶园以及不同演替阶段的马尾松林中各设置2个20m×30m的样地,每一样地划分为6个10m×10m的样方,在样方内调查林分生境条件(海拔高、坡向、坡位、坡度、土壤因子等)和乔木层(胸径≥2cm)林木的种名、胸径、树高、冠幅、株数、郁闭度;在每个样方内各设置1块5m×5m和1m×1m的小样方,分别记录灌木层和草本层的物种、多度、高度、盖度等信息。由于经济林与茶园草本层植物受抚育措施(除草、施肥、垦复等)影响较大,这两种森林类型的草本层本试验不予以研究。

群落多样性测定选用丰富度、物种多样性指数和均匀度指数3类测定指标[18~21],其计算公式见(1)~(5),各公式中的符号亦见相关文献。

丰富度指数 R:

$$R=(s-1)/\ln(N) \tag{1}$$

Shannon-Wiener指数 H:

$$H=-\sum_{i=1}^{s}P_i\ln P_i \tag{2}$$

Simpson多样性指数 D:

$$D=1-\sum_{i=1}^{s}N_i(N_i-1)/[N(N-1)] \tag{3}$$

Shannon均匀度指数 J:

$$J=-\sum_{i=1}^{s}P_i\ln P_i/\ln s \tag{4}$$

Simpson均匀度指数 E:

$$E=N(N/s-1)/[\sum_{i=1}^{s}N_i(N_i-1)] \tag{5}$$

2 结果与分析

2.1 不同植物生长型植物多样性的垂直结构

植物生长型(Growth form)是表征群落外貌特征和垂直结构的重要指标[1]。按照Whittaker等的分类系统[22],选择最主要的3个类型即乔木、灌木和草本作为研究对象,分别统计乔木层、灌木层和草本层物种数目(表1),结果表明在所有森林类型中,不同植物生长型的物种数目均存在明显差异。各森林类型均以灌木层物种最为丰富,其次为乔木层,而草本层物种数目最少。物种丰富度的垂直结构表现为灌木层>乔木层>草本层。比较6类森林类型可以发现,不同生长型物种数顺序乔木层为阔叶林>杉木林>马尾松林>竹林>经济林>茶园,灌木层为阔叶林>马尾松林>杉木林>竹林>茶园>经济林,而草本层为竹林>阔叶林>马尾松林>杉木林(经济林与茶园除外)。在6类森林类型中,阔叶林、马尾松林与杉木林为天然林,受到较为有效的保护,因此,乔木层与灌木层的物种丰富度均较高,经济林与茶园为人工林,其物种组成简单,甚至为纯林,故乔木层与灌木层的物种丰富度均很低。竹林早期为人工栽培,但在生长过程中亦受到较好的保护,接近于半人工林或半天然林,故其乔木层与灌木层物种丰富度介于天然与人工林之间。除经济林与茶园草本层不作研究外,其余4种森林类型的草本层物种丰富度与乔、灌层存在较大差异,以竹林(14种)最高,这主要与各森林类型所处的地形特征以及林分结构有关,比如阔叶林、马尾松林和杉木林等天然林由于多分布于较高海拔且土壤较为贫瘠且呈酸性的地方,草本层中芒萁盖度基本上达到100%,平均高度约70~80cm,制约了其他草本植物的生存与发展而呈现种类稀少。竹林地处较低海拔且土壤较为肥沃,林分郁闭度较低,有利于林下草本层植物的生存。

2.2 不同森林类型物种多样性指数比较

不同森林类型分别按乔木层、灌木层和草本层3种生长型计算Simpson多样性指数和Shannon-Wiener多样性指数(表1)。乔木层与灌木层的两种多样性指数计算结果大小顺序基本一致,乔木层多样性指数以阔叶林最大($H\approx3.0$; $D\approx0.9$),其次分别为杉木林和马尾松,说明武夷山风景名胜区天然林群落受到较好的保护,多样

性指数较高。茶园面积在武夷山风景名胜区中占相当比例,茶叶品种也比较多样,但基本上均为灌木[在茶叶品种分类中,根据茶树相对高矮有小乔木(如水仙)、灌木(如肉桂)之分,本研究以胸径≥2cm 视为乔木,<2cm 为灌木],未有乔木层,故其乔木层物种多样性指数为 0。竹林的物种多样性指数低与其生物学特性有关,如毛竹是通过无性繁殖实现种群增长的,其数量在乔木层虽占绝对优势,但多样性却极低。6 类森林类型乔木层的多样性指数顺序为阔叶林>杉木林>马尾松林>经济林>竹林>茶园。灌木层的物种多样性指数仍以阔叶林最高,以马尾松林和竹林居其次,经济林灌木层的物种为 0,故其多样性指数最低。综合 6 类森林类型乔木层、灌木层物种多样性指数的结果可得多样性的一般性特征,即天然林>半人工林>人工林,通过有效保护可提高群落生物多样性。草本层的物种多样性指数与乔木层、灌木层比较差异较大,以竹林最高,这也是与群落所处的地理位置与群落特征有关。

表 1　武夷山风景名胜区不同森林景观植物多样性特征

Tab.1　The characters of plant diversity in different forest landscapes in the Wuyishan Scenery District

森林类型 Forest types	层次 Layers	*s*	*R*	*H*	*D*	*J*	*E*
马尾松幼龄林 A1	乔木层	5	0.7647	0.3175	0.1324	0.1973	0.2256
	灌木层	10	1.9378	1.9129	0.8262	0.8308	0.5250
	草本层	2	0.1333	0.0583	0.0208	0.0841	0.5103
马尾松中龄林 A2	乔木层	9	1.5945	0.6882	0.2682	0.3132	0.1437
	灌木层	16	3.1016	2.1981	0.8513	0.7928	0.3699
	草本层	6	0.6155	0.0625	0.0195	0.0349	0.1697
马尾松近成熟林 A3	乔木层	12	2.0761	1.1977	0.4943	0.4820	0.1557
	灌木层	22	4.2747	2.5704	0.9039	0.8316	0.3995
	草本层	6	0.6495	0.0538	0.0144	0.0300	0.1687
马尾松成过熟林 A4	乔木层	14	2.3906	1.8277	0.7720	0.6907	0.2955
	灌木层	28	5.8888	2.9921	0.9442	0.8979	0.4623
	草本层	5	0.5349	0.0488	0.0135	0.0303	0.2023
马尾松林 A*	乔木层	10	1.7065	1.0065	0.4167	0.4208	0.2051
	灌木层	19	3.8007	2.4184	0.8814	0.8383	0.4392
	草本层	5	0.4823	0.0559	0.0171	0.0448	0.2628
杉木林 B	乔木层	15	2.3876	1.5699	0.6315	0.5797	0.1737
	灌木层	17	3.2976	2.3058	0.8724	0.8138	0.4030
	草本层	2	0.1228	0.0070	0.0002	0.0101	0.5007
经济林 C	乔木层	3	0.3582	0.7944	0.5182	0.7231	0.6866
	灌木层	0	0	0	0	0	0
	草本层	—	—	—	—	—	—
竹　林 D	乔木层	6	0.7647	0.7537	0.5053	0.4207	0.3345
	灌木层	15	3.1597	2.4001	0.9007	0.8863	0.5584
	草本层	14	2.6793	2.2908	0.8851	0.8680	0.5580
阔叶林 E1	乔木层	31	5.3730	2.7118	0.8989	0.7897	0.2829
	灌木层	45	8.1373	3.4536	0.9632	0.9072	0.4841
	草本层	7	1.3367	1.4677	0.6849	0.7542	0.4224
阔叶林 E2	乔木层	32	5.5826	2.9262	0.9209	0.8443	0.3472
	灌木层	34	6.4403	2.9546	0.9119	0.8378	0.2678
	草本层	8	1.5072	1.6357	0.7638	0.7866	0.4933
茶　园 F	乔木层	0	0	0	0	0	0
	灌木层	2	0.1516	0.6605	0.4684	0.9529	0.9392
	草本层	—	—	—	—	—	—

* 马尾松林中各层次数据取马尾松幼龄林、中龄林、近成熟林、成过熟林各层次指数的平均值。

2.3　不同森林类型物种均匀度指数比较

同样按乔木层、灌木层和草本层 3 种生长型分别计算 Simpson 均匀度指数和 Shannon 均匀度指数(表 1)。

乔木层以阔叶林的均匀度指数最高,表明阔叶林群落乔木层优势种不突出、分布较为均匀。马尾松林与杉木林乔木层分别以马尾松、杉木占绝对优势,因此,其均匀度指数较低。除茶园未有乔木树种外,以竹林的均匀度指数最低,说明竹林群落的乔木层基本上是毛竹,其他树种极少,这与前面的分析结果相一致。灌木层的均匀度指数以茶园最高,其原因是在本次调查的茶园样地中,主要分布着两种茶叶品种(武夷肉桂、水仙),它们在数量上相当,导致均匀度最大。阔叶林与竹林灌木层的均匀度指数位居其次,表明这两种森林类型在演替层未有占明显优势的树种,马尾松林与杉木林灌木层的物种均匀度指数最低(除经济林外),是因为在马尾松、杉木林群落林下存在大量的马尾松、杉木幼苗所致。草本层均匀度指数以杉木林和马尾松林最低,皆以芒萁占绝对优势,而其他3种类型草本层的均匀度指度相差不大。

2.4 马尾松林不同演替阶段植物多样性比较

马尾松林是武夷山风景名胜区的基质景观,面积约占整个风景区的60%,对不同演替阶段马尾松林植物多样性进行比较可以发现(表1),随马尾松林从幼龄林发展到成过熟林,不同层次植物多样性的变化存在明显差异,马尾松林草本层各指标值在不同演替阶段没有发生显著性变化,均以芒萁占绝对优势,但乔木层与灌木层植物多样性却发生显著变化,这两种植物生长型物种数均得到明显的提高,马尾松幼龄林乔木层、灌木层的物种数分别为5种、10种,而马尾松成过熟林乔木层、灌木层物种数分别达到14种、28种,均提高了1.8倍。比较马尾松林不同时期的物种多样性指数,乔木层与灌木层的物种多样性指数均逐步提高,到成过熟林阶段几乎达到阔叶林多样性指数值水平。马尾松林乔木层、灌木层不同演替阶段的均匀度指数亦有所增大,但乔木层增幅比灌木层大。上述分析表明马尾松林在早期无论在乔木层和灌木层物种种类均较单一,但随演替的不断发展,群落结构越来越复杂,群落生境得到进一步改善,从而适合更多的树种生存繁衍,直至后期不少耐荫树种长大成林,形成与马尾松共占优势的针阔混交林。

2.5 不同地区阔叶林乔木层物种多样性比较

为说明武夷山风景名胜区植物物种多样性现状,以阔叶林样地2乔木层为例与其他地区阔叶林乔木层进行比较,结果见表2。由表2可知,武夷山风景名胜区阔叶林植物物种多样性比长白山顶极群落阔叶红松(*Pinus koraiensis*)林[11]和暖温带地带性植被落叶阔叶林[12]乔木层物种来得丰富,但低于南岭国家级自然保护区丝粟栲(*Castanopsis fargesii*)阔叶林[13]乔木层多样性Shannon-Wiener指数值,从而表明了群落物种多样性随纬度降低而增大[11,14,15,23]。从Shannon-Wiener指数值看,武夷山风景名胜区阔叶林与浙江乌岩岭地带性植被鹿角栲(*Castanopsis lamontii*)群落、福建三明格氏栲(*Castanopsis kawakamii*)群落相当,但比福建龙栖山阿丁枫(*Altingia chinensis*)群落、浙江天童山木荷-米槠林(*Schima superba-Castonpsis carlesii*)群落、上海金山红楠林(*Machilus thunbergii*)群落大,表明该区的植物物种多样性比较丰富。武夷山风景名胜区的Shannon-Wiener指数值低于武夷山自然保护区,这与实际相吻合。在构成武夷山自然与文化遗产的4个保护区中,自然保护区是武夷山的生物多样性保护区,是物种最丰富、受保护最好的地区,风景名胜区虽然也受到良好的保护,但作为国家级旅游胜地,难免(尤其在旅游黄金时间)受到游客旅游观光等方面的影响,一定程度上威胁着某些物种的生存而使植物物种多样性较自然保护区低。另外,从优势度指数看,武夷山风景名胜区阔叶林乔木层的优势度要大于自然保护区,表明风景区阔叶林由某些树种占优势的程度要高于自然保护区。

表2 不同地区阔叶林乔木层物种多样性比较

Tab.2 Comparison of tree diversity of broad-leaved forests in different regions

项目 Items	群落类型 Community types							
	丝粟栲林[13] *Castanopsis fargesii* forest	格氏栲林[12] *Castanopsis kawakamii* forest	阿丁枫林[2] *Altingia chinensis* forest	鹿角栲林[2] *Castanopsis lamontii* forest	阔叶林(本文) Broad leaved forest	常绿阔叶林[16] Evergreen broad leaved forest	木荷-米槠林[2] *Schima superba-Castonpsis carlesii* forest	红楠林[2] *Machilus thunbergii* forest
取样地点	南岭	福建三明	福建龙栖山	浙江乌岩岭	武夷山风景区	武夷山自然保护区	浙江天童山	上海金山
北纬	24°38′～25°	26°07′～26°10′	26°23′～26°43′	27°30′	27°32′～27°55′	27°44′	29°48′	30°20′
取样面积/m^2	1000	3000	400	400	1200	1800	400	400
D	0.9600	0.9362	0.8663	0.9479	0.9209	0.8413	0.7743	0.5798
H	5.07	3.04	2.52	3.10	2.93	3.69	2.76	1.26
J	0.8800	0.7759	0.8152	0.8866	0.8443	0.8469	0.8802	0.6475

3 小　结

构成武夷山风景名胜区森林景观的 6 类森林类型中不同生长型物种的丰富度存在明显差异,以灌木层物种丰富度最高,乔木层次之,而以草本层最低。不同森林类型的植物物种多样性也存在较大差异,总体趋势为阔叶林>马尾松林>杉木林>竹林>茶园>经济林,从而表 明植物物种多样性符合天然林景观>半人工林景观>人工林景观的一般性规律。基质景观马尾松林不同演替阶段的植物物种多样性除草本层无明显规律外,乔木层、灌木层均表现为物种丰富度随演替发展而增加,最后形成其他阔叶树种与马尾松共优的针阔混交林。通过加强对天然林群落的保护,可有效提高物种的多样性。武夷山风景名胜区具有较为丰富的植物物种多样性,且群落物种多样性随纬度降低而增大。

参　考　文　献

1 马克平,黄建辉,于顺利,等.北京东灵山地区植物群落多样性的研究.Ⅱ.丰富度、均匀度和物种多样性指数.生态学报,1995,15(3):268～277

2 贺金生,陈伟烈,李凌浩.中国中亚热带东部常绿阔叶林主要类型的群落多样性特征.植物生态学报,1998,22(4):303～311

3 洪　伟,林成来,吴承祯,等.福建建溪流域常绿阔叶防护林物种多样性特征研究.生物多样性,1999,7(3):208～213

4 何东进,洪　伟,胡海清,等.武夷山风景名胜区景观生态特征.东北林业大学学报,2003,31(5):24～26

5 何东进,洪　伟,胡海清,等.武夷山风景名胜区景观要素斑块特征分析.应用与环境生物学报,2003,9(6):574～577

6 何东进,洪　伟,胡海清,等.武夷山景区主要景观类型斑块大小分布规律及其等级尺度效应分析.应用生态学报,2004,15(1):21～25

7 何东进,洪　伟,胡海清,等.武夷山风景名胜区景观空间格局研究.林业科学,2004,40(1):174～179

8 何东进,洪　伟,胡海清,等.武夷山风景名胜区景观类型空间关系及其尺度效应初探.中国生态农业学报,2004,12(3):19～23

9 何东进,洪　伟,胡海清,等.武夷山风景名胜区景观空间格局变化及其干扰效应模拟.生态学报,2004,24(8):1602～1610

10 何东进,洪　伟,胡海清,等.武夷山风景名胜区景观生态评价.应用与环境生物学报,2004,10(6):729～734

11 郝占庆,陶大立,赵士洞.长白山北坡阔叶红松林及其次生白桦林高等植物物种多样性比较.应用生态学报,1994,5(1):16～23

12 樊后保.福建三明格氏栲群落的结构特征.福建林学院学报,1996,16(1):14～19

13 谢正生,古炎坤,陈北光等.南岭国家级自然保护区森林群落物种多样性分析.华南农业大学学报,1998,19(3):61～66

14 谢晋阳,陈灵芝.暖温带落叶阔叶林的乔木层物种多样性特征.生态学报,1994,14(4):327～334

15 黄建辉,陈灵芝.北京东灵山地区森林植被的物种多样性分析.植物学报,1994,36(增刊):178～186

16 兰思仁.武夷山国家自然保护区植物物种多样性研究.林业科学,2003,39(1):36～43

17 Forman R.T.T.,Godron M.Landscape Ecology.New York:John Wiley & Sons,1986

18 Margalef R.Information theory in ecology.General Systematics,1958,3:36～71

19 Menhinick E.F.A comparison of some species-individuals diversity indices applied to samples of field insects.Ecology,1964,45(4):859～861

20 Pielou E.C.Ecological diversity.New York:John Wiley & Sons,1975

21 Simpson E.H.Measurement of diversity.Nature,1949,163:688

22 Whittaker R.H.,Niering W.A.Vegetation of the Santa Catalina Mountain,Arizona.V.Biomass,production,and diversity along the elevation gradient.Ecology,1975,56(4):771～790

23 Kerbs C.J.Ecology-The experimental analysis of distribution and abundance.New York:Harper & Row,1978,449～487