

皖琅琊山自然保护区大型真菌群落多样性

柴新义*, 许雪峰, 汪美英

(滁州学院化学与生命科学系, 安徽滁州 239012)

摘要:对安徽省琅琊山自然保护区大型真菌的群落多样性进行了研究。对该区内设置的样地 I (针阔混交林)、样地 II (常绿-落叶阔叶混交林)、样地 III (落叶阔叶林)、样地 IV (琅琊榆-刺槐林) 和样地 V (竹林) 共 5 种具有代表性的植物群落内的大型真菌的种类和数量进行了调查。选用了物种丰富度(R)、Shannon-Wiener 多样性指数(H')、Pielou 均匀度指数(E)和优势度曲线(K-dominance)等指标,对该区大型真菌的群落多样性进行了测定。结果表明,大型真菌的分布与植物群落类型有着密切关系。 R 的变化趋势为样地 II > 样地 I > 样地 III > 样地 IV > 样地 V; H' 的变化趋势是样地 I > 样地 II > 样地 III > 样地 IV > 样地 V; E 的变化趋势是样地 I > 样地 III > 样地 II > 样地 IV > 样地 V。另外,季节变化对大型真菌的分布也有较大的影响。秋季大型真菌出现的种类及个体数量较高, R 和 H' 高于春季,而 E 值却相反。选用的群落多样性指标能较客观地反映该地区大型真菌群落的组成,并揭示不同群落间的关系。

关键词:菌物资源; 种类; 植物群落; 多样性指数

Community diversity of macrofungi in Langyashan Natural Reserve, Anhui Province

CHAI Xinyi*, XU Xuefeng, WANG Meiyang

Department of Chemistry and Life Sciences, Chuzhou University, Chuzhou 239012, Anhui, China

Abstract: In this paper, the community diversity of macrofungi, in Langyashan Natural Reserve, Anhui Province, was studied. Five sample plots were set up to stand for different types of plant communities: I (mixed coniferous and broadleaf forest), II (mixed evergreen-deciduous broadleaved forest), III (mixed deciduous broad-leaved forest), IV (mixed *Ulmus chenmoui*-*Robinia pseudoacacia* community), V (Bamboo forest), were made in the Reserve and Margalef index (R), Shannon-Wiener diversity index (H'), Pielou evenness index (E) and K-dominance curves were used for analysis on community diversity of the macrofungi in the Reserve. The results showed that the ecological distribution of macrofungi was closely associated with plant community. The change trend of R was II > I > III > IV > V, while that of H' was I > II > III > IV > V and that of E was I > III > II > IV > V. In addition, the seasonal changes had great impact on the distribution. R and H' in autumn were higher than in spring, while the E showed opposite trend. These selected indices indicated objectively the composition of the macrofungal community and revealed the relationship among different communities.

Key Words: fungal resources; species; plant communities; diversity indices

菌物中子实体大型的一类真菌泛指广义上的 Mushroom 或 Macrofungi, 译为汉语即为蕈菌, 又称大型真菌^[1], 是目前真菌中较有经济开发价值的一类。大型真菌不仅具有较高的营养价值和药用价值^[2-4], 而且在生态环境保护中起着十分重要的作用^[5-8]。大型真菌因其资源丰富, 应用前景广阔而倍受国内外关注。

基金项目:安徽省高校青年教师科研资助项目(2005jq1128)

收稿日期:2009-06-20; **修订日期:**2009-11-09

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xinyianhui@163.com

生物群落多样性是生态学及生物多样性研究的主要内容。生物群落多样性就是指生物群落在组成、结构、功能和动态方面表现出的差异^[9]。森林是自然界最大的生态系统之一,也是大型真菌重要的繁殖场所之一。据统计,森林中的大型真菌种类约占大型真菌总数的 80% 左右,而且大型真菌的分布与气温、降水量所控制的植物关系密切^[1]。

自 20 世纪 80 年代起至今,关于大型真菌群落生态学研究的报道并不多见^[10-12]。而地处江淮之间的琅琊山自然保护区,地理坐标为 118°11′—118°20′E,32°14′—32°20′N,总面积约 4 900 hm²。在气候上属于亚热带季风气候,四季分明,光照充足,雨量充沛。年平均气温 15.2 ℃ 左右,7 月份均温 27.4—27.9 ℃,1 月份均温 0.9—1.9 ℃,极端最高温 41.5 ℃,极端最低温 -23.8 ℃,≥10 ℃ 有效积温为 700—4 900 ℃,年均降水量 1 050 mm 以上^[13]。该自然保护区处在亚热带常绿阔叶林向温带落叶阔叶林过渡地带,地带性植被为北亚热带常绿阔叶与落叶阔叶混交林,该区森林平均覆盖率 86% 以上^[14]。加之人为有效保护,所以植被特别繁茂,种类繁多,区系组成复杂,林下阴暗潮湿,大量枯枝落叶物分解后为大型真菌的生长和繁殖提供了丰富的营养。这种特殊的自然地理条件和优越的生态环境,蕴藏着较丰富的大型真菌资源,是研究大型真菌群落多样性的较理想地区之一。

本文在对琅琊山自然保护区内的大型真菌资源进行调查、采集和鉴定的基础上,对不同植被类型和季节的大型真菌群落结构及物种多样性进行研究比较,以期为本地区大型真菌资源的合理保护与开发利用提供参考依据。

1 研究方法

1.1 样地设置

野生大型真菌的分布与气温、降水量所控制的植被关系密切^[1]。因此,根据植物群落的类型在琅琊山自然保护区共设置了 5 种较具有代表性的实验样地类型,设置调查样方面积为 20m × 20m,共调查了 60 个样方。

样地 I 针阔混交林——主要以马尾松为主,伴生有侧柏、枫香、牛鼻栓、朴树、胡秃子等植物种类,形成针阔混交林,有一定数量的朽木和倒木,该样地郁闭度 95% 左右,空气湿度较大,地上枯枝落叶层厚,土层松软。

样地 II 常绿-落叶阔叶混交林——乔木层由花香、麻栎、榉树、栎树、黄檀、铜钱树、朴树、三角枫等组成,灌木层的种类多为耐旱的有刺植物,还有少数常绿植物。按重要值排序依次为老鸦柿、苦糖果、菝葜、牛鼻栓、野蔷薇、胡秃子、扁担杆、竹叶椒、叶下珠等。草本层分布呈间断性,草本植物种类较多,以安徽石蒜、孩儿参、明党参等占比例较大。

样地 III 落叶阔叶林——主要植被种类有五角枫、枫香、化香、青檀、老鸦柿、朴树等。另有,菝葜、胡秃子及部分草本植物。

样地 IV 琅琊榆-刺槐林——主要以琅琊榆、刺槐树为主,地下植被较少,海拔相对较高。

样地 V 竹林 林下枯枝落叶层较厚,松软,有机腐殖质丰富,土壤持水性能好。海拔较低,人为干扰较大。

1.2 调查方法

自 2005 年 5 月开始对琅琊山自然保护区样地内的大型真菌按不同季节进行全面详细的普查。鉴于大型真菌的繁殖与气温和降雨量具有密切关系,作者采集大型真菌的时间主要集中在每年的 5—11 月份,采集时按一定层次进行观察、寻找,如草层、落叶层、枯枝、树木等。发现菌株后先摄像,再详细记载大型真菌的生境(如林内地生、树生、草地生等)、习性(如单发生、成群发生、簇生、叠生等)、海拔高度、植被类型和土壤类型等相关的生态数据。另外,记录采集地、采集数量、采集人、采集时间等相关内容。每份标本均尽量保持其完整性,包括菌盖表面的附属物、菌环、菌托及地下部分等^[15]。

1.3 鉴定与标本保存

广泛查阅各种大型真菌彩色图谱和分类专著,依据标本的彩照及形态结构特征、生理特征及生活习性,有

的还需采用制作孢子印、对孢子进行显微观察等方法,对所采标本进行综合分析、鉴别后分类,最后确定标本的科名、属名和种名^[1,16-17]。标本保存参照文献中方法进行^[18-19]。

1.4 群落物种多样性的研究方法

群落物种多样性是群落生态结构水平的独特且可测定的生物学特征,对反映群落的功能有重要意义。物种多样性测度方法很多,但均应反映出群落组成种类、个体数、种的多度变化和均匀度,以及群落的结构、稳定性和动态变化等特性,体现群落物种多样性与环境的关系等^[20]。本文选用物种丰富度指数(R)、多样性指数(H')、均匀度指数(E)和优势度曲线(Dominance curve,又称 K-dominance)来测度和分析群落物种多样性与群落特征的关系。

$$(1) \text{ 丰富度指数 Margalef 指数}^{[21]} \quad R = (S - 1) / \text{Log}_2(N)$$

式中, S 为物种数; N 为个体总数。

$$(2) \text{ 多样性指数 Shannon-Wiener 指数}^{[22]} \quad H' = - \sum (P_i \ln P_i)$$

式中, P_i 是第 i 种的比例多度, $P_i = N_i/N$; N_i 为第 i 种物种个体数, $i = 1, 2, 3, 4, \dots, S$ 。

$$(3) \text{ 均匀度指数 Pielou 指数}^{[23]} \quad E = H' / \ln(S)$$

式中, H' 为 Shannon-Wiener 指数, S 为物种数。

(4) 优势度曲线(K-dominance) 根据各个种类在总样本中数量的百分比例的大小排列,由物种的累积百分数绘制优势度曲线。广泛应用于群落结构的数据分析,它能够较直观地表示群落的种类均匀度和丰度^[24-25]。

2 结果与分析

2.1 植物群落与大型真菌群落组成

实验结果表明,该地区大型真菌群落结构十分复杂(表 1)。在全部的 5 个样地(即代表着 5 种不同的植物群落类型)中初步鉴别出大型真菌 91 种,隶属 4 纲、8 目、23 科、47 属。从大型真菌的种类上来看,不同的植物群落类型内大型真菌群落的组成存在较大差异,植物群落结构越复杂的样地其大型真菌的种类也越多,反之则少。按照各个样地大型真菌出现种类的多少由大到小依次为:样地 II (37 种) > 样地 I (35 种) > 样地 III (33 种) > 样地 IV (8 种) > 样地 V (6 种)。

2.2 大型真菌群落多样性与动态

2.2.1 不同植物群落内大型真菌群落物种多样性比较

在琅琊山国家自然保护区内 5 个不同的植物群落样地中,大型真菌出现的种类和个体数量存在较大差异,大型真菌的物种丰富度指数(R)的变化按照由大到小的顺序依次为:样地 II > 样地 I > 样地 III > 样地 IV > 样地 V (表 2)。在样地 II (常绿-落叶阔叶混交林)群落中达到最大值 5.1943,其次为样地 I (针阔混交林) 4.7554,样地 III (落叶阔叶林)多样性指数也达到 4.7098,可见该地区这 3 种植物群落的生态环境比较适合大型真菌的生长。在实验过程中通过对样地的调查,样地 II 为常绿-落叶阔叶混交林,该群落郁闭度大最大,可高达 98% 以上。以各种乔木为主,中部有灌木,下部多种草本植物分布,土质肥沃,含水量适中,空气湿度较大,地表枯枝落叶层较厚,有较多的腐朽木,且人为干扰较小,这种优越的生态环境为大型真菌的生长提供了良好的条件。样地 I (针阔混交林)和样地 III (落叶阔叶林),两个群落虽没有样地 II 植物群落的结构复杂,但其所形成的针阔混交林和落叶阔叶林的郁闭度达 95% 左右,相对湿度较大,且有一定数量的倒木和腐朽木,枯枝落叶层较厚,有机腐殖质含量丰富,土壤松软,含水量适中,也为大型真菌的生长和繁殖提供了理想的生态环境。样地 IV 为琅琊榆-刺槐林,该植物群落植物种类较少,主要是琅琊榆、刺槐两个植物种类为主,地下植被、朽木和倒木较少,样地郁闭度 70% 左右,海拔相对较高,常年风大,空气湿度低,土层薄,土壤干燥,有机腐殖质含量较低。在本样地采集到的大型真菌标本很少,鉴定为 8 种。该类型的植物群落不利于大多数大型真菌种类的生长。样地 V 为竹林,林下落叶层较厚,有机腐殖质含量丰富,但林间空气通常较干燥,且该群落受人为干扰较大,在本样地采集到的大型真菌标本较少,种类仅有 6 种。因此,样地 IV 和样地 V 植物群落内的大

型真菌丰富度指数较样地Ⅰ、样地Ⅱ和样地Ⅲ群落的丰富度指数要低得多。

表 1 琅琊山自然保护区植物群落与大型真菌种类组成

Table 1 Compositions of plant community and macrofungal community in Langyashan Natural Reserve	
样地 Sample land	样地中出现的真菌种类 Fungi appearing in the sample land
样地Ⅰ(针阔混交林) TypeⅠ(Mixed coniferous and broadleaf forest)	<i>Amanita muscaria</i> , <i>Amanita vaginata</i> , <i>Amanita xanthogala</i> , <i>Auricufaria polytricha</i> , <i>Bolbitius vitellinus</i> , <i>Boletinus pinetorum</i> , <i>Cantharel luscibarius</i> , <i>Cantharellus ateritius</i> , <i>Cantharellus minor</i> , <i>Cordyceps sobolifera</i> , <i>Coprinus cinereus</i> , <i>Coprinus plicatilis</i> , <i>Coprinus silvaticus</i> , <i>Cortinarius turmalis</i> , <i>Daldinia concentrica</i> , <i>Favolus alveolaris</i> , <i>Fomes fomentarius</i> , <i>Fomitopsis cajanderi</i> , <i>Fomitopsis officinalis</i> , <i>Fomitopsis pinicola</i> , <i>Lactarius deliciosus</i> , <i>Lactarius hygrophroides</i> , <i>Lactarius vellereus</i> , <i>Lenzites betulina</i> , <i>Lysurus mokusin</i> , <i>Pluteus cervinus</i> , <i>Pluteus leoninus</i> , <i>Polyporus fruxineus</i> , <i>Russula aurata</i> , <i>Russula nigricans</i> , <i>Trametes suaveloens</i> , <i>Tricholoma matsutake</i> , <i>Tyromyces amygalinus</i> , <i>Tyromyces fissilis</i> , <i>Tyromyces pubescens</i> , 共 35 种。
样地Ⅱ(常绿-落叶阔叶混交林) TypeⅡ(Evergreen-deciduous broad-leaved mixed forest)	<i>Amanita albocreata</i> , <i>Amanita alboflavescens</i> , <i>Amanita farinosa</i> , <i>Amanita nivalis</i> , <i>Amanita xanthogala</i> , <i>Amanita vaginata</i> , <i>Amylosporopus campbellii</i> , <i>Auricufaria polytricha</i> , <i>Bolbitius vitellinus</i> , <i>Boletinus pinetorum</i> , <i>Cantharellus ateritius</i> , <i>Cantharel luscibarius</i> , <i>Cantharellus minor</i> , <i>Cordyceps sobolifera</i> , <i>Coprinus cinereus</i> , <i>Coprinus plicatilis</i> , <i>Coprinus silvaticus</i> , <i>Daedaleopsis purpura</i> , <i>Fomitopsis cajanderi</i> , <i>Fomitopsis officinalis</i> , <i>Fomitopsis pinicola</i> , <i>Lactarius hygrophroides</i> , <i>Lactarius vellereus</i> , <i>Lenzites betulina</i> , <i>Lysurus mokusin</i> , <i>Microporus affinis</i> , <i>Pluteus cervinus</i> , <i>Polyporus fruxineus</i> , <i>Psathyrella campestris</i> , <i>Russula aurata</i> , <i>Russula nigricans</i> , <i>Russula vesca</i> , <i>Stereopsis diaphanum</i> , <i>Stereum fasciatum</i> , <i>Trametes suaveloens</i> , <i>Trametes subrosea</i> , <i>Tyromyces amygalinus</i> , 共 37 种。
样地Ⅲ(落叶阔叶林) TypeⅢ(Deciduous broad-leaved forest)	<i>Amanita farinosa</i> , <i>Amanita spreata</i> , <i>Amylosporopus campbellii</i> , <i>Coprinus cinereus</i> , <i>Conocybe subovalis</i> , <i>Cordyceps sobolifera</i> , <i>Cortinarius cylindripes</i> , <i>Cordyceps sobolifera</i> , <i>Cortinarius hinnuleus</i> , <i>Daldinia concentrica</i> , <i>Hygrocybe cantharellus</i> , <i>Hygrophorus hedrychii</i> , <i>Lactarius piperatus</i> , <i>Lactarius volemus</i> , <i>Lenzites betulina</i> , <i>Lysurus mokusin</i> , <i>Marasmius oreades</i> , <i>Marasmius siccus</i> , <i>Phellinus conchatus</i> , <i>Pluteus leoninus</i> , <i>Polyporus melanopus</i> , <i>Psathyrella campestris</i> , <i>Russula vesca</i> , <i>Stereopsis diaphanum</i> , <i>Stereum fasciatum</i> , <i>Stereum roseocarneum</i> , <i>Trametes cinnabarina</i> , <i>Trametes orientalis</i> , <i>Trametes pubescens</i> , <i>Trametes subrosea</i> , <i>Tyromyces fissilis</i> , <i>Tricholoma matsutake</i> , <i>Xerocomus ubtomentosus</i> , 共 33 种。
样地Ⅳ(琅琊榆-刺槐林) TypeⅣ(<i>Ulmus chenmoui-Robinia pseudoacacia</i> mixed community)	<i>Boletinus pinetorum</i> , <i>Hygrocybe cantharellus</i> , <i>Lenzites betulina</i> , <i>Phellinus conchatus</i> , <i>Polyporus melanopus</i> , <i>Russula aurata</i> , <i>Trametes pubescens</i> , <i>Trametes suaveloens</i> , 共 8 种。
样地Ⅴ(竹林) TypeⅤ(Bamboo community)	<i>Amanita spreata</i> , <i>Lactarius deliciosus</i> , <i>Lactarius hygrophroides</i> , <i>Lactarius vellereus</i> , <i>Marasmius crinisequi</i> , <i>Shiraia bambusicola</i> , 共 6 种。

表 2 琅琊山自然保护区不同植物群落内大型真菌群落物种多样性计算

Table 2 Macrofungal diversity in different types of plant communities in Langyashan Natural Reserve					
样地 Sample sites	物种数 <i>S</i>	个体总数 <i>N</i>	丰富度指数 <i>R</i>	Shannon-Wiener 多样性指数 <i>H'</i>	均匀度指数 <i>E</i>
样地ⅠTypeⅠ	35	142	4.7554	3.4065	0.9581
样地ⅡTypeⅡ	37	122	5.1943	3.3429	0.9258
样地ⅢTypeⅢ	33	111	4.7098	3.2843	0.9393
样地ⅣTypeⅣ	8	23	1.5474	1.8950	0.9113
样地ⅤTypeⅤ	6	34	0.9828	1.5119	0.8438

样地Ⅰ(针阔混交林);样地Ⅱ(常绿-落叶阔叶混交林);样地Ⅲ(落叶阔叶林);样地Ⅳ(琅琊榆-刺槐林);样地Ⅴ(竹林).物种数(*S*): Species;个体总数(*N*):Number of individuals;丰富度指数(*R*): Margalef index;Shannon-Wiener 多样性指数(*H'*): Shannon-Wiener diversity index;均匀度指数(*E*): Evenness index

多样性指数(*H'*)的变化趋势是:样地Ⅰ>样地Ⅱ>样地Ⅲ>样地Ⅳ>样地Ⅴ。样地Ⅱ的丰富指数(*R*)要高于样地Ⅰ的丰富度指数,而丰富性指数的大小是由物种的种类和个体数的多少共同决定的,正由于这两个样地内大型真菌群落组成上的差异,所以,虽然样地Ⅱ的丰富度指数较高,但其多样性指数却较样地Ⅰ略低。

均匀度是反映群落样方中每个物种个体数目之间的差异。从实验结果(表2),实验样地内大型真菌群落的均匀度指数(*E*)的变化趋势是:样地Ⅰ>样地Ⅲ>样地Ⅱ>样地Ⅳ>样地Ⅴ。5个实验样地的均匀度指数

(E)都较高(0.8438—0.9581),可能是由于样方内小环境异质性较差,致使某一种或一种以上的大型真菌在样方中出现的频度增加,从而提高了均匀度指数。例如,在样地 V 竹林中出现的 *Shiraia bambusicola*、*Marasmius crinisequi* 是其它 4 个样地中没有出现的种类。在其它样地中也出现了与此类似的情况,因此致使各个样地的均匀度指数均较高。

根据各个种类在总样本中数量的比率大小排列,由物种的累积百分数(各物种个体数占总个体百分数由大到小的累加值)绘制的优势度曲线能够较直观地表示群落的种类均匀度和丰度。从不同植物群落内的大型真菌种群优势度曲线的变化趋势可以看出(图 1),样地 I、样地 II、样地 III 内大型真菌群落不仅物种丰富度高,而且优势度较低,最高单种所占调查种类的百分比分别为 7.04%、9.84% 和 10.81%,但样地 III 曲线上升相对较快。样地 IV、样地 V 的物种丰富度与样地 I、样地 II、样地 III 相比较低,且优势种突出,两样地最高单种所占调查种类的百分比分别为 41.2% 和 30.43%,从其优势度曲线变化来看,曲线上升更快。

2.2.2 不同季节大型真菌群落物种多样性比较

由表 3 可知,琅琊山自然保护区大型真菌群落物种多样性随着季节的变化而发生变化,秋季大型真菌出现的种类及个体数量均要高于夏季。秋季的丰富度指数(R)、多样性指数(H')高于夏季,但均匀度指数(E)却略低于春季。经过一个漫长的夏季,在光照充分,雨量充沛的条件下,植物生长更加繁茂,地下植被生长充分,样地郁闭度增大,空气的相对湿度增加,随着秋季的来临,气温越加适宜,枯枝落叶及死树经过菌物的消解腐烂,致使有机腐殖质含量增加,土质疏松,不仅为大型真菌的生长提供了充足的养分,而且植物群落的生态环境也处在了最有利于大型真菌生长的状态。所以,秋季大型真菌在该自然保护区内出现的种类和数量都比夏季有了明显地增长。据实验结果统计,在夏季仅有 6 种季节特有种,而秋季出现了 35 种季节特有种,且在个体数量上也占据了一定的优势,这可能也是致使该地区夏季和秋季大型真菌群落物种均匀度指数相对偏高的原因之一。

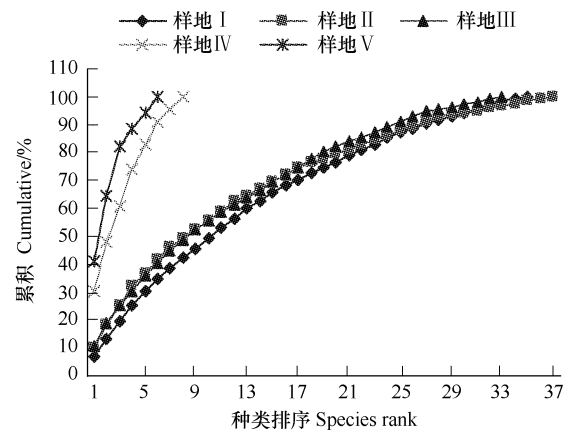


图 1 琅琊山自然保护区不同植物群落内大型真菌种群优势度曲线

Fig. 1 K-dominance curves of individuals of macrofungi between different types of plant communities in Langyashan Natural Reserve

样地 I (针阔混交林); 样地 II (常绿-落叶阔叶混交林); 样地 III (落叶阔叶林); 样地 IV (琅琊榆-刺槐林); 样地 V (竹林)

表 3 不同季节安徽省琅琊山自然保护区大型真菌群落物种多样性指数的比较

Table 3 Seasonal changes of species diversity of macrofungal communities in Langyashan Natural Reserve, Anhui Province

季节 Season	物种数 S	个体总数 N	丰富度指数 R	Shannon-Wiener 多样性指数 H'	均匀度指数 E
夏季 Summer	55	168	3.8513	3.0171	0.9199
秋季 Autumn	83	264	4.9122	3.4623	0.9058

从不同季节琅琊山自然保护区大型真菌种群优势度曲线的变化趋势可见(图 2),秋季大型真菌种群不仅丰富度高,而且秋季最高单种所占调查种类的百分比 11.74% 也要高于夏季的 8.93%。这可能与植物群落的性质有关。例如,在秋季样地 I、样地 II 和样地 III 内腐朽木和倒木很多,枯枝落叶经过菌物整个夏季分解,可为更多的大型真菌种类提供充足的可供利用的养料,并且有许多大型真菌的种类主要栖生或专生于朽木和倒木上(如 *Daedaleopsis purpura*、*Fomes fomentarius*、*Stereum fasciatum*、*Stereopsis diaphanum* 等),再加上秋季气温适宜、光照充足和雨水适中更为有利的环境因素,更是促进其大量生长繁殖。所以,这可能是致使秋季大型真菌的丰富度及最高单种百分比要高于夏季的主要原因之一。由于秋季大型真菌各物种之间所占的比例差异

不太大,这可能是由于秋季能为较多的大型真菌种类提供同样有利的生态环境和养分供给,致使各种大型真菌种群生长机会均等,所以,在秋季大型真菌各物种之间所占的比例差异不太大,优势度曲线走势较夏季的平缓。

3 讨论

在对安徽省琅琊山自然保护区内的大型真菌群落多样性研究中,在该地区共设置了 5 种较具有代表性的植物群落类型,即:样地 I 针阔混交林;样地 II 常绿-落叶阔叶混交林;样地 III 落叶阔叶林;样地 IV 琅琊榆-刺槐林;样地 V 竹林。自 2005 年 5 月—11 月每半个月对 5 种样地内的 60 个样方进行全面调查一次,其它时间零星采集,连续 3a。实验结果表明大型真菌的种群组成与植物群落类型密切相关,植物群落结构的多样性、复杂性从某种程度上决定了大型真菌物种的多样性与生态分布的多样化。例如,某些腐朽木生或外生菌根大型真菌的发生与植物群落中的腐朽木的数量或植物的种类有密切关系。正由于在样地 I、样地 II 和样地 III 有一定数量的腐朽木和倒木才致使这类大型真菌的数量和种类在这 3 个样地中出现的较多。在本研究中,按照大型真菌出现的种类和数量从大到小的顺序依次为:

样地 II > 样地 I > 样地 III > 样地 IV > 样地 V。这也与以往许多学者研究的结果相一致^[2-3,10-12]。

该区大型真菌群落物种多样性与季节之间也存在一定的关系。琅琊山自然保护区在气候上属于亚热带季风气候,四季分明,光照充足,雨量充沛,大型真菌出现的种类和数量在季节上表现出一定的差异,夏季大型真菌的种类为 55 种,占调查种类的 60.44%,而秋季为 83 种,占调查种类的 75.53%。在个体数量上,夏季和秋季分别为 168 和 264 株,分别占调查总数的 38.89% 和 61.11%。通过相关指数的计算表明秋季的丰富度指数和多样性指数高于夏季,但均匀度指数秋季要略低于夏季,可见,季节的变化对大型真菌群落物种多样性及某些种类的数量有着一定的影响。鉴于琅琊山最高海拔仅 310m 左右,所以在本研究中对海拔高度对大型真菌群落结构的影响未做太多的考虑。若要对几个实验样地按海拔高度简单排序,根据野外采集时对海拔高度的数据记载,则它们由低到高的顺序依次为:样地 V < 样地 I < 样地 II < 样地 III < 样地 IV。但它们之间的垂直高度相差不大,在该地区这样的高度之差对探讨不同海拔高度对大型真菌群落多样性的影响没有普遍意义或不足以充分说明海拔高度对大型真菌群落多样性的影响。另外,在低海拔林区由于人为干扰较为频繁,加上蕈菌的一些食用种类往往被周围的人们野外采集和植被遭到严重破坏,从而也会影响到对大型真菌种类和数量的调查统计。所以,在本研究中没有考虑海拔上的差异去设置样地,而仅仅是选择了本地区较具有代表性的几类植物群落类型作为实验样地。据掌握的大量研究文献显示不同的海拔高度对大型真菌种类和数量的分布确实有一定影响^[2-3,10-12,26]。

菌物多样性的保护与研究越来越受到菌物学家和生态学家的重视^[10]。但由于大型真菌的种类和数量的发生受到诸多因素的制约,具有一定的偶然性和条件性,因此,若完全采用传统的动植物群落多样性的一套研究方法,似乎有所不妥。目前,菌物多样性的研究同动物和植物相比属于初级阶段,研究方法和手段极不成熟,对菌物群落多样性的研究大多还是借鉴动植物多样性的研究的一些方法^[10,20,27]。对适用于大型真菌群落多样性的研究方法尚需进一步探讨。

本文开展的研究主要选择了森林生态系统中最有利于发生大型真菌的季节(夏季和秋季),并结合该地区较具代表性的植物群落类型进行的样地调查及多样性研究,由于不同的蕈菌种类,可能对光照、气温、土壤

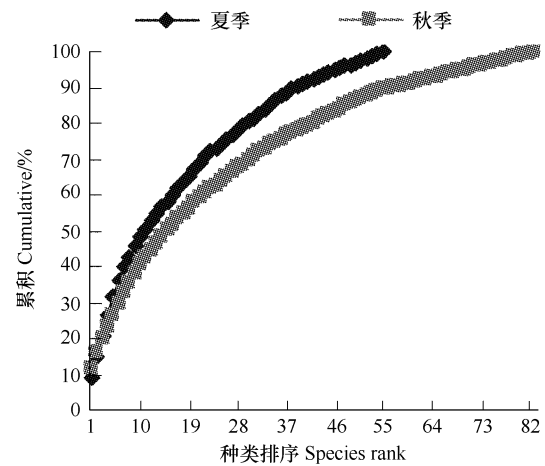


图2 不同季节安徽省琅琊山自然保护区大型真菌种群的优势度曲线

Fig. 2 K-dominance curves of individuals of Macrofungi between seasons in Langyashan Natural Reserve, Anhui Province

性质、空气湿度、降水量、植物种类等都会有着各不相同的要求。例如, Steven 研究了两个古老针叶林中的大型真菌群落, 发现大型真菌的组成与林中的空气湿度和氮气浓度有着密切关系^[28]。所以, 在不同季节、不同海拔高度和不同植物群落内大型真菌发生的种类有所不同, 并且有些研究者发现大型真菌在一定区域内的发生是不连续的^[29-30], 若要查清某区域内的大型真菌种类, 一般应连续采集多年。另外, 由于客观条件所限, 还不能完全对所有的标本进行明确鉴别, 是否会发现新种尚难确定, 还需进一步研究。在同一地区、同一条件下开展不同年代之间的大型真菌群落多样性的比较研究也具有十分重要的意义, 但要完全控制相同的野外自然环境条件可能并不现实, 所以这方面的研究尚未见报道。通过对该地区大型真菌群落多样性的研究, 也为今后了解该地区大型真菌与气候、环境条件等之间的关系以及大型真菌区系的研究打下基础, 对于加强保护和持续利用该地区大型真菌资源具有重要意义。

References:

- [1] Mao X L. The Macrofungi in China. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 2000: 1-708.
- [2] Yang X F, Li F Q, Han S L, Li J Y, Wang T X. Study on the Resources of Medicinal Macrofungi in the Dabie Mountain of Henan. Journal of Wuhan Botanical Research, 2005, 23 (4): 393-397.
- [3] Guo J R. Large-Fungus Category and Its Exploitation in Luyashan Nature Reserve. Shanxi Forestry Science and Technology, 2005, 3: 23-25.
- [4] Miyazaki T, Oikawa N, Yamada H. Studies on fungal polysaccharides. XX. Galactomannan of *Cordyceps sinensis*. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 1977, 25 (12): 3324-3328.
- [5] An X L, Zhou Q X. Bioaccumulation of heavy metals in macrofungi and its application in ecological remediation. Chinese Journal of Applied Ecology, 2007, 18 (8): 1897-1902.
- [6] Zhou Q L, An X L, Wei S H. Heavy metal pollution ecology of macro-fungi: research advances and expectation. Chinese Journal of Applied Ecology, 2008, 19 (8): 1848-1853.
- [7] An X L, Zhou Q X. Growth and accumulation response of *Pleurotus ostreatus* on Cd, Pb and their combined pollution. China Environmental Science, 2008, 28 (7): 630-633.
- [8] Pletsch M, Araujo B S, Charlwood B V. Novel biotechnological approaches in environmental remediation research. Biotechnology Advances, 1999, 17: 679-687.
- [9] Ma K P, Huang J H, Yu S L, Chen L Z. Plant community diversity in Dongling Mountain, Beijing, China: Species richness, Evenness and Species diversities. Acta Ecologica Sinica, 1995, 15 (3): 267-277.
- [10] Tolgor, Li Y. Fungal community diversity in Daqinggou Nature Reserve. Acta Ecologica Sinica, 2000, 20 (6): 986-991.
- [11] Chen Y, Xu Z G, Zhang K H, Fu B. The ecological distribution of the macrofungi in Lushan Mountain. Acta Ecologica Sinica, 2000, 20 (4): 702-706.
- [12] Ke L X, Yang C. Ecological distribution of macrofungi in Qingliang Mountain Natural Reserve, Anhui Province. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14 (10): 1739-1742.
- [13] Chuzhou Local Chronicles Compilation Committee. Chuzhou Local Chronicles. Beijing: Fangzhi Press, 1998: 3-5.
- [14] Editorial Board of Chinese Vegetation. Chinese Vegetation. Beijing: Science Press, 1980: 22-37.
- [15] Chai X Y, Zhang B, Wang M Y, Xu X F. Preliminary investigation of macrofungal resources in Langya Mountain, Anhui Province. Journal of Northwest Agricultural and Forestry University, 2007, 35 (12): 217-221.
- [16] Liu X D. Coloratlas of the Wild Macrofungi in China. Beijing: China Forestry Publishing House, 2002: 1-221.
- [17] Wei J C. The Authentication Handbook of Fungi. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1979: 1-649.
- [18] Li L H. Technology of Separating Strains of Macrofungi from Outdoors. Edible Fungi of China, 2002, 21(5): 11-12.
- [19] Chen S R, Luan L L. Collection and Preservation of Large Fungus Specimen. Journal of Keshan Teachers College, 2003, 3: 5-6.
- [20] Wang S B, Liu J N, Wang C S, Fan M Z, Li Z Z. Community diversity of entomogenous fungi in Dabie Mountains in Anhui. Chinese Journal of Applied Ecology, 2004, 15 (5): 883-887.
- [21] Mahalanobis P C. On the generalized distance in statistics. Proceedings of the National Institute of India, 1939, 12: 49-52.
- [22] Shannon C E, Weaver W. The Mathematical Theory of Communication. Illinois: University of Illinois Press, 1949: 117.
- [23] Pielou E C. An Introduction to Mathematical Ecology. New York: Wiley and Sons, 1969: 1-406.
- [24] Clarke K R. Comparisons of dominance curves. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 1990, 138: 143-157.
- [25] Jin X S, Deng J Y. Variations in community structure of fishery resources and biodiversity in the Laizhou Bay, Shandong. Biodiversity Science,

2000, 8 (1): 65-72.

- [26] Wu X L, Zhu G S, Li T H, Song B. Species and ecological distributions of macrofungi in Qinwang Laoshan Nature Reserve in Guangxi, China. *Guizhou Science*, 2004, 22 (1): 18-26.
- [27] Hawksworth D L. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research*, 1991, 95 (6): 641-655.
- [28] Trudell S A, Edmonds R L. Macrofungus communities correlate with moisture and nitrogen abundance in two old-growth conifer forests, Olympic National Park, Washington, USA. *Canadian Journal of Botany*, 2004, 82 (6): 781-800.
- [29] Schmit J P, Murphy J F, Mueller GM. Macrofungal diversity of a temperate oak forest: a test of species richness estimators. *Canadian Journal of Botany*, 1999, 77 (7): 1014-1027.
- [30] Roberts C, Ceska O, Kroeger P, Kendrick B. Macrofungi from six habitats over five years in Clayoquot Sound, Vancouver Island. *Canadian Journal of Botany*, 2004, 82 (7): 1518-1538.

参考文献:

- [1] 卯晓岚. 中国大型真菌. 郑州:河南科学技术出版社,2000: 1-708.
- [2] 杨相甫,李发启,韩书亮,李景原,王太霞. 河南大别山药用大型真菌资源研究. *武汉植物学研究*,2005,23(4):393-397.
- [3] 郭建荣. 芦芽山保护区大型真菌种类及其利用. *山西林业科技*,2005,3:24-25.
- [5] 安鑫龙,周启星. 大型真菌对重金属的生物富集作用及生态修复. *应用生态学报*, 2007,18(8):1897-1902.
- [6] 周启星,安鑫龙,魏树和. 大型真菌重金属污染生态学研究进展与展望. *应用生态学报*,2008,19(8):1848-1853.
- [7] 安鑫龙,周启星. 平菇菌丝体对 Cd、Pb 及其复合污染的生长与富集响应. *中国环境科学*, 2008,28(7):630-633.
- [9] 马克平,黄建辉,于顺利,陈灵芝. 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): 267-277.
- [10] 图力古尔,李玉. 大青沟自然保护区大型真菌群落多样性研究. *生态学报*,2000,20(6):986-991.
- [11] 陈晔,许祖国,张康华,付标. 庐山大型真菌的生态分布. *生态学报*,2000,20(4):702-706.
- [12] 柯丽霞,杨超. 安徽清凉峰自然保护区大型真菌的生态分布. *应用生态学报*,2003,14(10):1739-1742.
- [13] 滁州市地方志编纂委员会. 滁县地区志. 北京:方志出版社,1998: 3-5.
- [14] 中国植被编辑委员会. 中国植被. 北京:科学出版社,1980: 22-37.
- [15] 柴新义,张彬,汪美英,许雪峰. 安徽琅琊山大型真菌资源初步调查. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2007,35(12): 217-221.
- [16] 刘旭东. 中国野生大型真菌彩色图鉴. 北京:中国林业出版社,2002: 1-221.
- [17] 魏景超. 真菌鉴定手册. 上海:上海科学技术出版社,1979: 1-649.
- [18] 李林辉. 野外分离大型真菌菌种技术. *中国食用菌*,2002,21(5):11-12.
- [19] 陈淑荣,安玲玲. 大型真菌标本的采集与保存. *克山师专学报*,2003,3:5-6.
- [20] 王四宝,刘竟男,王成树,樊美珍,李增智. 皖大别山区虫生真菌群落多样性研究. *应用生态学报*,2004,15(5):883-887.
- [25] 金显仕,邓景耀. 莱州湾渔业资源群落结构和生物多样性的变化. *生物多样性*,2000,8(1):65-72.
- [26] 吴兴亮,朱国胜,李泰辉,宋斌. 广西岑王老山自然保护区大型真菌种类及其生态分布. *贵州科学*,2004,22(1):18-26.