

中亚热带常绿阔叶林林隙与物种多样性的关系研究*

闫淑君 洪伟** 吴承祯 毕晓丽 范海兰

(福建农林大学林学院 福州 350002)

摘要 对万木林中亚热带常绿阔叶林非林隙与林隙内物种多样性及物种多样性随林隙大小的变化规律研究结果表明,万木林常绿阔叶林林隙内物种多样性高于非林隙内,乔木树种物种多样性随林隙大小的变化呈双峰曲线,其物种多样性为200~300m²面积林隙内达最大值;而灌木树种多样性随林隙大小的变化呈单峰曲线,其物种多样性为400~500m²面积林隙内达最大值。

关键词 林隙 物种多样性 常绿阔叶林

Studies on the relationship between gaps and species diversity of mid-subtropical evergreen broad-leaved forest. YAN Shu-Jun, HONG Wei, WU Cheng-Zhen, BI Xiao-Li, FAN Hai-Lan (College of Forestry, Fujian Agricultural and Forestry University, Fuzhou 350002), *CJEA*, 2005, 13(1): 38~41

Abstract The species diversity of mid-subtropical evergreen broad-leaved forest in Wanmulin Natural Reserve Zone was measured and the relationship between species diversity and gap size was studied. The results show that the species diversity with gaps of forest is higher than that without gaps of forest. The arbor species diversity changes with gap size, revealing a bimodal; the species diversity peaks at the gap sizes of 200~300m². The shrub species diversity changes with the gap size too, revealing a unimodal; the species diversity peaks at the gap sizes of 400~500m².

Key words Gaps, Species diversity, Evergreen broad-leaved forest

物种多样性能表征生物群落和生态系统结构的复杂性,体现群落结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度和生境差异^[1~5]。近年来国内外有关森林林隙动态和物种多样性的研究已多见报道^[6~10],而有关福建中亚热带常绿阔叶林林隙动态与物种多样性的研究目前尚未见报道。为此研究了福建建瓯万木林自然保护区中亚热带常绿阔叶林林隙动态与物种多样性的关系,为保护森林物种多样性寻求有效途径。

1 研究区域概况与研究方法

万木林自然保护区位于福建省北部,地处东经118°08'22"~118°09'23",北纬27°02'28"~27°03'32",总土地面积1.89km²,为低山丘陵地带,海拔高度234~556m,属中亚热带季风性气候,光、热、水资源丰富,年均气温18.7℃,年均降雨量1663.8mm,土壤为红壤。该林历史上原为元末营造的杉木人工林,历经600多年封禁保护及次生演替重新恢复为地带性植被——中亚热带常绿阔叶林,成为具有原始森林景观的自然群落,主要树种有沉水樟(*Cinnamomum micranthum*)、观光木(*Tsoongiodendron odorum*)、山矾(*Symplocos sumuntia*)、桂北木姜子(*Litsea subcoriacea*)、木荷(*Schima superba*)、新木姜子(*Neolitsea aurata*)、黄瑞木(*Adinandra mellettii*)、细齿叶柃(*Eurya nitida*)、浙江桂(*Cinnamomum chekiangense*)、薄叶山矾(*Symplocos anomala*)、丝栗栲(*Castanopsis fargesii*)、尖叶水丝梨(*Distyliopsis dunnii*)、密花山矾(*Symplocos congesta*)和披针叶山矾(*Symplocos lancilimba*)等,主要林下植被有杜茎山(*Maesa japonica*)、狗骨柴(*Tricalysia dubia*)、草珊瑚(*Sarcandra glabra*)和欆木(*Loropetalum chinense*)等。

本研究采用样线调查法^[7],从样线起点始调查每个林隙并测其扩展林隙的长轴和短轴,以椭圆形测算林隙面积。根据林隙面积将林隙分为7个等级,即林隙面积<100m²(I)、100~200m²(II)、200~300m²(III)、300~400m²(IV)、400~500m²(V)、500~600m²(VI)和≥600m²(VII),共调查21个林隙(每等级林隙3个),并分

* 福建省科委重大项目(2001F007)和福建省自然科学基金项目(B0110026)共同资助

**通讯作者

收稿日期:2003-12-16 改回日期:2004-01-30

别在每个林隙内均匀设 5 个 $4\text{m} \times 4\text{m}$ 小样方(样方面积为 80m^2),在距林隙边缘约 10m 处随机设 4 个 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 非林隙区样方(样方面积为 100m^2),分别调查林隙内及非林隙区乔木和灌木种类、个体数量、胸径及其高度等。其 Margalef 丰富度指数(R)计算式为:

$$R = \frac{s - 1}{\ln(N)} \quad (1)$$

式中, s 为物种数, N 为所有物种的个体总数。SW 指数(H)计算式为:

$$H = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i \quad (2)$$

式中, $P_i = n_i/N$, n_i 为第 i 个物种的个体数, P_i 为第 i 个物种的相对多度, N 为所有物种的个体总数。生态优势度指数(λ)计算式为:

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^s n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \quad (3)$$

Pielou 均匀度指数(E)计算式为:

$$E = \frac{H}{\ln(s)} \quad (4)$$

均匀度指数是群落物种多样性研究中十分重要的概率,表征不同物种分布均匀程度的指标。群落中物种多样性指数取决于物种数量,也取决于均匀度指数和生态优势度指数的差值大小,物种丰富度指数和均匀度指数越大、生态优势度指数越小,则表明群落多样性指数越大,故本研究用公式 $Z = (E - \lambda)s$ 综合表示群落多样性指数的大小,可称其(Z)为均优多指数^[5]。

2 结果与分析

2.1 非林隙与林隙内树种多样性指数比较

根据式(1)~(4)计算万木林自然保护区中亚热带常绿阔叶林非林隙与林隙内乔木树种多样性指数(见表 1)结果表明,林隙内乔木树种丰富度指数大于非林隙内,该研究结果与长白山阔叶红松林相比^[5],中亚热带常绿

表 1 非林隙与林隙内树种多样性指数比较

Tab.1 The species diversity indices in gaps and in non-gap

项目 Items	物种数 Number of species	丰富度指数 Richness index	SW 指数 Shannon- Wiener index	均匀度指数 Evenness index	生态优势度指数 Ecological dominance index	均优多指数* Evenness-dominance- diversity index
乔木林 隙	96	11.3002	3.0517	0.6686	0.1273	51.9648
非林隙	52	8.0641	2.6740	0.6294	0.2067	21.9804
灌木林 隙	27	3.2863	2.1115	0.6407	0.1672	12.7845
非林隙	18	2.3840	1.9749	0.6833	0.1799	9.0612

* $Z = (E - \lambda)s$,下同。

阔叶林非林隙与林隙内乔木树种丰富度指数均明显大于长白山阔叶红松林。林隙内乔木树种个体生态优势度指数小于非林隙内,说明林隙内不同树种之间的个体数量分化弱于非林隙内;林隙内均匀度指数(为 0.6686)大于非林隙内(0.6294);林隙内乔木树种 SW 多样性指数也大于非林隙内。该区林隙内乔木树种均优多指数为 51.9648,非林隙内为 21.9804,表明林隙内乔木树种多样性指数明显大于非林隙内。均优多指数计算结果与 SW 多样性指数相一致,但均优多指数的计算将使不同群落多样性指数对比差异更明显,且突出物种数在群落多样性中的重要作用。表 1 表明林隙内灌木有 27 种,非林隙内 18 种,林隙内灌木树种丰富度指数(3.2863)大于非林隙内(2.3840),林隙内 SW 指数大于非林隙内,而林隙内均匀度指数和生态优势度指数均小于非林隙内,说明林隙内灌木物种数多且丰富度高,但物种分布的均匀程度和优势度却低于非林隙内,从均优多指数看,林隙内灌木树种多样性指数高于非林隙内,林隙的出现增加了乔木树种和灌木树种的多样性,进而增加了森林物种多样性,有利于维持生态系统的稳定性。

2.2 不同面积林隙内物种多样性指数的变化

乔木树种多样性指数随林隙大小的变化不同,且不同面积林隙的生态环境不同,其中更新植物的种类和数量也会发生相应变化,表现出物种多样性特征的差异。表 2 表明不同面积林隙内乔木树种多样性指数不同,乔木树种丰富度指数、SW 指数和均匀度指数随林隙面积增加的变化呈双峰曲线,三者 200~300 m^2 面积林隙内的值均较大,且 SW 指数和均匀度指数在 500~600 m^2 面积林隙内出现第 2 峰值,而丰富度指数在 400~500 m^2 林隙内出现第 2 峰值。从其均优多指数看,中亚热带常绿阔叶林物种多样性以 200~300 m^2

表 2 不同面积林隙内乔木树种多样性指数变化

Tab.2 Arbor species diversity indices in gaps of different areas

林隙面积/m ² Gap area	物种数 Number of species	丰富度指数 Richness index	SW 指数 Shannon-Wiener index	均匀度指数 Evenness index	生态优势度指数 Ecological dominance index	均优多指数 Evenness-dominance diversity index
<100	34.00	5.6559	2.5376	0.7242	0.1513	19.4786
100~200	37.00	6.2074	2.7048	0.7567	0.1384	22.8771
200~300	44.00	7.3369	2.9982	0.7922	0.0924	30.7912
300~400	28.00	5.5828	2.6359	0.7911	0.1166	18.8860
400~500	42.00	7.1674	2.8126	0.7625	0.1358	26.3214
500~600	36.00	6.1150	2.8910	0.8068	0.0917	25.7436
≥600	33.75	6.0893	2.5793	0.7153	0.1511	19.0418

* 为各级面积林隙内平均每个林隙内树种数。

面积林隙内又有所增大;生态优势度指数变化趋势与均匀度指数变化曲线几乎相反,400~500m² 面积林隙内为最小值,而 500~600m² 面积林隙内为最大值,在 ≥600m² 面积林隙内则明显降低。海南热带山地雨林

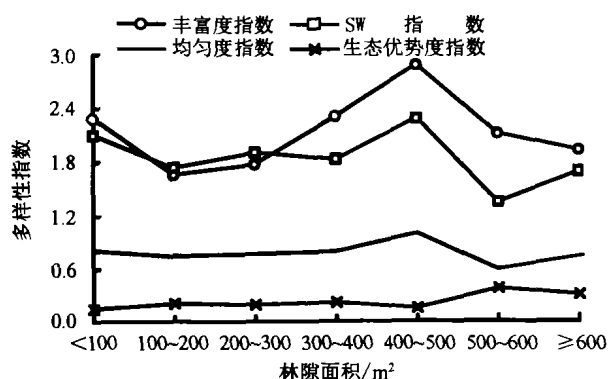


图 1 不同面积林隙内灌木树种多样性指数的变化

Fig.1 The changes of shrub species diversity indices in gaps of different areas

中物种多样性指数变化以 130~190m² 面积林隙内为最大值,且在 60m² 左右、100m² 左右和 410~450m² 左右面积林隙内物种多样性指数也较大^[5]。表明不同林型中林隙物种多样性随林隙面积大小的变化趋势有所不同,且物种多样性并非随林隙面积的增大而增加,林隙太大或太小都不会维持高的物种多样性。灌木物种多样性指数随林隙大小的变化不同,且不同面积林隙内灌木树种多样性指数也不同(见图 1),灌木树种物种丰富度指数、SW 指数、均匀度指数和均优多指数均表现出 400~500m² 面积林隙内达最大值,此时其生态优势度指数却最小。从其均优多指数看,<100m² 面积林隙内灌木物种多样性指数较高。灌木树种与乔木树种存在明显差异,乔木树种 SW 指数、丰富度指数、生态优势度指数和均匀度指数均呈双峰曲线,而灌木这些指数则呈单峰曲线,表明二者对各级面积林隙的利用程度不同,并因二者存在差异而保持物种的多样性。

2.3 不同面积林隙内更新层物种多样性指数的变化

不同面积林隙内更新层(<1.5m 株高乔木树种)物种多样性的变化不同(见表 3),林隙内更新层物种数、SW 指数、丰富度指数和均优多指数均为 200~300m² 面积林隙内达最大值,均匀度指数为 300~400m² 面积

表 3 不同面积林隙内更新层物种多样性指数的变化

Tab.3 Species diversity indices in the regeneration layer of gaps of different areas

林隙面积/m ² Gap area	物种数 Number of species	丰富度指数 Richness index	SW 指数 Shannon-Wiener index	均匀度指数 Evenness index	生态优势度指数 Ecological dominance index	均优多指数 Evenness-dominance diversity index
<100	30	5.1675	2.2176	0.6520	0.2296	12.6720
100~200	22.5	4.1269	2.1354	0.6899	0.2375	10.1790
200~300	44	7.3157	2.5610	0.6768	0.1967	21.1244
300~400	16	4.0392	2.4568	0.8861	0.0915	12.7136
400~500	29	4.7093	2.2551	0.6768	0.2230	13.1602
500~600	23	4.2503	2.4817	0.7915	0.1596	14.5337
≥600	26	4.6800	2.1809	0.6766	0.2262	11.7104

林隙内达最大值,而生态优势度为 100~200m² 面积林隙内达最大值,300~400m² 面积林隙内则为最小值。从均优多指数看,乔木树种更新层与乔木层物种多样性均为 200~300m² 面积林隙内达最大值,而 <200~300m² 或 >200~300m² 面积林隙内物种多样性均较小。

3 小 结

本研究结果表明,中亚热带常绿阔叶林中林隙内物种多样性高于非林隙内,其主要原因是林隙内生境的变化如林隙内光照条件比非林隙内优越;由于林隙内形成木的存在而使地表地形更加复杂化,且林隙内形成木富含有机物和矿质元素,其腐烂过程中具有固 N 能力,形成木分解过程中将丰富的营养物归还于土壤,可保持森林土壤肥力,改善土壤结构,增加土壤的生物种类,提高林隙内的生产力。林隙的存在进一步

面积林隙内为最大值,其次为 400~500m²、500~600m² 面积林隙内物种多样性也较大。南亚热带常绿阔叶林林隙内乔木树种种数、个体数、物种多样性指数、均匀度指数和均优多指数在 <400m² 面积林隙内变化较小,而 400~500m² 面积林隙内达最大值;以 500~600m² 面积林隙内为最小值,在 ≥600m²

面积林隙内物种多样性指数变化以 130~190m² 面积林隙内为最大值,且在 60m² 左右、100m² 左右和 410~450m² 左右面积林隙内物种多样性指数也较大^[5]。表明不同林型中林隙物种多样性随林隙面积大小的变化趋势有所不同,且物种多样性并非随林隙面积的增大而增加,林隙太大或太小都不会维持高的物种多样性。灌木物种多样性指数随林隙大小的变化不同,且不同面积林隙内灌木树种多样性指数也不同(见图 1),灌木树种物种丰富度指数、SW 指数、均匀度指数和均优多指数均表现出 400~500m² 面积林隙内达最大值,此时其生态优势度指数却最小。从其均优多指数看,<100m² 面积林隙内灌木物种多样性指数较高。灌木树种与乔木树种存在

增加其物种丰富度指数,提高其多样性,为树种更新和多个树种共存提供必要的生态空间,是森林结构变化的原动力之一和维持物种多样性的重要途径;物种多样性并非随林隙面积的增大而增多,乔木树种物种多样性随林隙大小的变化呈双峰曲线,其物种多样性为 $200\sim 300\text{m}^2$ 面积林隙内达最大值;而灌木树种多样性随林隙大小的变化呈单峰曲线,其物种多样性为 $400\sim 500\text{m}^2$ 面积林隙内达最大值。中亚热带常绿阔叶林中乔木树种物种丰富度指数、多样性指数和均匀度指数均为 $200\sim 300\text{m}^2$ 面积林隙内出现一峰值,而 $300\sim 400\text{m}^2$ 面积林隙内三者均有所下降, 500m^2 左右面积林隙内则渐增多,而生态优势度指数为 $200\sim 300\text{m}^2$ 、 $500\sim 600\text{m}^2$ 面积林隙内其值最低,物种多样性指数为 400m^2 左右面积林隙内其值较小;灌木树种物种丰富度指数、多样性指数和均匀度指数为 $400\sim 500\text{m}^2$ 面积林隙内均达最大值。从均优多指数看, $500\sim 600\text{m}^2$ 面积林隙内灌木物种多样性指数最小, $400\sim 500\text{m}^2$ 面积林隙内物种多样性均达最大值;乔木树种更新层物种多样性和乔木层物种多样性均为 $200\sim 300\text{m}^2$ 面积林隙内达最大值。物种多样性随林隙大小的变化原因很复杂,可能与不同面积林隙内的物理环境、植物个体生态特性、植物种间和种内的关系变化以及它们所处地理位置、气候条件等均有关,林隙太小不利于耐阴性较小或喜光树种的更新,而林隙太大又不利于耐阴性较大或阴性树种的更新。树种多样性随林隙大小的变化形成机制尚待进一步深入研究。

参 考 文 献

- 1 洪 伟. 闽江流域森林生态研究. 厦门:厦门大学出版社,1999
- 2 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的研究. 生物多样性,1999,7(3):208~213
- 3 洪 伟,吴承祯. Shannon-Wiener 指数的改进. 热带亚热带植物学报,1999,7(2):120~124
- 4 吴承祯,洪 伟等. 万木林中亚热带常绿阔叶林物种多样性研究. 福建林学院学报,1996,16(1):33~37
- 5 臧润国,刘静艳,董大方. 林隙动态与森林生物多样性. 北京:中国林业出版社,1999.184~199
- 6 臧润国,杨彦承,刘静艳等. 海南岛热带山地雨林林隙及其干扰特征. 林业科学,1999,35(1):2~8
- 7 洪 伟,吴承祯,林成来等. 福建龙栖山森林群落林窗边缘效应研究. 林业科学,2000,36(2):33~38
- 8 Brokaw N. V. L. Gap-phase regeneration of three pioneer trees species in a tropical forest. *Journal of Ecology*,1987,75:9~19
- 9 Runkle J. R. Gap regeneration in some old-growth of the eastern United States. *Ecology*, 1981,62(4):1041~1051
- 10 Runkle J. R. Pattern of disturbance in some old-growth medic forests of eastern North America. *Ecology*, 1982,63:533~546