



•数据论文•

湖南八大公山25 ha常绿落叶阔叶混交林 动态监测样地群落组成与空间结构

秦运芝^{1,2} 张佳鑫^{1,2} 刘检明^{1,2} 刘梦婷^{1,2} 万丹^{1,2} 吴浩^{1,2} 周阳^{1,2}
孟红杰^{1,2} 肖之强^{1,2} 黄汉东¹ 徐耀粘¹ 卢志军¹ 乔秀娟^{1*} 江明喜¹

1 (中国科学院水生植物与流域生态重点实验室, 中国科学院武汉植物园, 武汉 430074)

2 (中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 湖南八大公山国家级自然保护区位于武陵山系北缘, 区内分布有大面积的常绿落叶阔叶混交林, 物种多样性丰富, 群落结构复杂。中国科学院武汉植物园按CTFS (Center for Tropical Forest Sciences)建设规范于2010–2011年在保护区内建设了一个25 ha的动态监测样地, 为亚热带山地森林群落多样性长期动态监测提供了理想的平台。本文初步分析了八大公山25 ha样地的群落组成与空间结构。结果表明: 群落内共有木本植物存活个体186,575株, 隶属于53科114属232种; 个体数超过1,000株的有38个物种(贡献87%的个体数), 个体数最多的物种为黄丹木姜子(*Litsea elongata*); 样地内稀有种(≤ 25 株)种数占样地总物种数的44%, 而个体数仅为样地总个体数的0.4%。样地内个体平均胸径为5.41 cm, 其中68.4%的个体 $DBH \leq 5$ cm, $DBH \geq 20$ cm的个体数(7,474株)仅约占总个体数的4%; 个体胸径直方图呈倒“J”形, 表明样地处于良好更新与正常生长状态。样地的种–面积关系图显示物种数随样地面积的增加而同步增加, 其增长速度由迅速增长逐渐趋于稳定, 取样面积10 ha时可以涵盖90%以上的物种; 1 ha小样地个体数平均为 $7,261.8 \pm 974.8$ (SD), 物种数平均为 128.2 ± 8.2 (SD), Shannon-Wiener指数平均为 3.56 ± 0.11 (SD), Pielou均匀度指数变异最小, 平均为 1.69 ± 0.06 (SD); 个体数与各多样性指数均无显著相关, 表明在该样地中物种多样性的取样效应不明显, 物种数量增加的原因可能来自于其他因素的控制。

关键词: 群落结构; 武陵山系; α 多样性; 种–多度分布; 种–面积关系

Community composition and spatial structure in the Badagongshan 25 ha Forest Dynamics Plot in Hunan Province

Yunzhi Qin^{1,2}, Jiaxin Zhang^{1,2}, Jianming Liu^{1,2}, Mengting Liu^{1,2}, Dan Wan^{1,2}, Hao Wu^{1,2}, Yang Zhou^{1,2}, Hongjie Meng^{1,2}, Zhiqiang Xiao^{1,2}, Handong Huang¹, Yaozhan Xu¹, Zhijun Lu¹, Xiujuan Qiao^{1*}, Mingxi Jiang¹

1 Key Laboratory of Aquatic Botany and Watershed Ecology, Wuhan Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049

Abstract: Mount Badagongshan (BDGS) National Nature Reserve is located in the northern margin of Wuling Mountain, which harbor large areas of evergreen and deciduous broadleaved mixed forests. These forests have high species diversity and possess a complex community structure. In 2010–2011, a 25 ha (500 m \times 500 m) forest dynamic plot was established in this reserve according to the standards of the Center for Tropical Forest Science (CTFS). Within this plot, all woody plants with $DBH \geq 1$ cm were mapped and identified to species level. Based on these data, we analyzed community composition and spatial structure of the vegetation community. We found 186,575 individuals in the plot, belonging to 53 families, 114 genera and 232 species. There were 38 species that had $> 1,000$ individuals each and these species comprised 87% of total abundance. The most abundant species was *Litsea elongata*. There were 103 rare species, i.e. with ≤ 25 individuals, which accounted for 44% of all woody species but only made up 0.4% of the total abundance.

收稿日期: 2018-03-08; 接受日期: 2018-06-03

基金项目: 国家自然科学基金(31670441)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: xjqiao@wbcas.cn

Across all individuals in the plot, the average DBH was 5.41 cm. Individuals with $DBH \leq 5$ cm accounted for 68.4% of the overall abundance and the 7,474 individuals with $DBH \geq 20$ cm accounted for only 4% of the overall abundance. The frequency distribution of DBH appeared to have a reverse “J” shape, suggesting that the community was maintaining successful regeneration and normal growth patterns. The number of species increased linearly with increasing area. When the sampling area was increased to 10 ha, we recorded 201 species, which represented more than 90% species of the entire plot. These 1-ha samples had average abundance of $7,261.8 \pm 974.8$ (SD), average species richness of 128.2 ± 8.2 (SD), average of 3.56 ± 0.11 (SD) for Shannon-Wiener index, and 1.69 ± 0.06 (SD) for Pielou evenness index. There was no significant relationship between abundance and the diversity indices, suggesting that instead of the sampling effect, some other mechanisms affected the species diversity pattern in BDGS plot.

Key words: community structure; Wuling Mountain; α diversity; species-abundance distribution; species-area relationship

由于副热带高压带的存在,地球上大部分的亚热带地区都形成了极端干旱的沙漠或者地中海型气候。而我国的亚热带由于季风环流和青藏高原的影响,气候适宜,在世界上占有独特的地位,发育有世界上面积最大的亚热带常绿阔叶林(宋永昌, 2004),成为我国高等种子植物最丰富和特有性最高的地区(应俊生, 2001)。在亚热带海拔1,000–2,000 m的中山地带,因为低温导致落叶树种的出现,常绿树种与落叶树种混生,从而形成亚热带山地常绿落叶阔叶混交林(吴征镒, 1980)。位于我国亚热带的川鄂湘黔边界山地因保存有“活化石”水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)和众多的珍稀孑遗植物而著名(Hu, 1980),是我国具有国际意义的生物多样性关键地区之一,也是我国种子植物特有属三大分布中心之一的川东-鄂西特有中心所在地。该地区又位于我国自然地理区划的北亚热带与中亚热带过渡带的武陵山区,处于东亚成分扩散和迁移的重要通道武陵山走廊上,成为东亚植物区系的一个关键地区(陈功锡等, 2002)。

八大公山国家级自然保护区位于川鄂湘黔边界山地,武陵山系的北缘,是水青冈属(*Fagus*)的分布中心和可能的起源中心,分布的亮叶水青冈(*Fagus lucida*)林是华中植物区最有代表性的典型森林群落(曹铁如等, 1993)。在八大公山的常绿落叶阔叶混交林中保存着许多古老孑遗类群,具有重要的学术价值和保存意义。在中国科学院生物多样性委员会的资助下,中国科学院武汉植物园与湖南八大公山国家级自然保护区等单位合作,按CTFS (Center for Tropical Forest Sciences)建设规范于2010–2011年在保护区内以亮叶水青冈和多脉青冈

(*Cyclobalanopsis multinervis*)为优势物种的常绿落叶阔叶混交林内,建设了一个25 ha的动态监测样地(卢志军等, 2013)。该样地是中国森林生物多样性监测网络在亚热带常绿落叶阔叶混交林地区的重要组成部分,为亚热带山地森林生物多样性长期动态监测提供了理想的平台。

1 研究方法

1.1 研究区域概况

八大公山国家级自然保护区(29°39'18"–29°49'48" N, 109°41'45"–110°09'50" E)地处武陵山脉北端的中亚热带北缘,位于湖北湖南交界处湖南省的桑植县境内,总面积20,000 ha。保护区属侵蚀溶蚀山原,岭高、顶平,沟谷深切(曹铁如等, 1993),海拔一般在1,000 m以上,最高峰为斗篷山(1,890.4 m)。本区属于山地湿润季风气候。年均温11.5°C, 1月均温0.1°C, 7月均温22.8°C。年平均降水量2,105.4 mm,最高达2,840.1 mm,全年平均雨日176 d,相对湿度90% (卢志军等, 2013)。保护区内物种多样性非常高,仅种子植物就有165科709属1,775种,珍稀、古老、孑遗植物众多,使得该保护区成为华中植物区系的突出代表(曹铁如等, 1993)。

在八大公山保护区内,森林面积约为15,000 ha,以亮叶水青冈为主的天然常绿落叶阔叶混交林约为6,670 ha。在原生植被保存完整的天平山核心区,选择典型的山地常绿落叶阔叶混交林(亮叶水青冈-多脉青冈林),于2010年3月开始样地建设,到2011年10月完成第一次群落木本植物本底调查。

1.2 调查方法

八大公山样地面积为25 ha (500 m × 500 m),

方向为正南正北,样地中心坐标为29°46.041' N, 110°5.248' E, 海拔范围为1,355–1,456 m。按照CTFS森林样地建设的技术要求(Condit, 1998),用全站仪(KTS-442L)把样地划分为625个20 m × 20 m的样方,并将每个20 m × 20 m的样方划分为16个5 m × 5 m的小样方,对每个小样方内胸径(DBH) ≥ 1 cm的木本植物个体进行编号,并在高度1.3 m处利用红漆进行标记。记录所有标记木本植物个体的物种名称、DBH、坐标、分枝和萌生状况等(卢志军等, 2013)。计划每5年对样地内所有个体进行一次全面复查,目前已于2016年完成第一次样地复查。

1.3 数据分析

本文根据2011年第一次样地本底调查数据分析八大公山动态样地的群落组成及空间分布。按照物种的个体多度和物种之间的对应关系绘制种-多度分布图;按照组样方法计算群落不同面积尺度的种-面积关系,重复计算999次得到平均值。然后将25 ha样地划分为25个1 ha的小样地,分别计算每个小样地内的 α 多样性(包括物种丰富度、Shannon-Wiener指数及Pielou均匀度指数)及 β 多样性(小样地内计算Whittaker指数,小样地间计算Jaccard指数)。

2 结果

2.1 八大公山样地物种组成

样地内木本植物合计53科114属232种,存活个

体186,575株。其中,落叶树种139种,常绿树种93种。样地总的种-多度分布为倒“J”形,呈现出明显的优势种物种数少、但稀有种物种数多的格局(图1)。样地内个体数最多的物种为黄丹木姜子(*Litsea elongata*),其次为短柱柃(*Eurya brevistyla*)。个体数超过1,000株的有38个物种,它们的个体数占到整个样地个体数的87%,剩余194个物种贡献13%的个体数。其中,稀有种(≤ 25株)有103种,占样地总物种数的44%,但个体数仅为样地总个体数的0.4%。

由于灌木物种在物种数和个体数上均占优势,样地内树种平均胸径(5.41 cm)较小,大部分个体(68.4%)的DBH ≤ 5 cm; DBH ≤ 10 cm的个体数达到161,525株,占总个体数的87%; DBH ≥ 20 cm的个体数仅为7,474,约占总个体数的4% (图2a)。在物种水平上,平均DBH ≤ 5 cm的物种有117个,超过了全部物种数的50%;平均DBH ≤ 10 cm的物种有177个,占物种总数的76%;平均DBH超过20 cm的物种仅有16个,约占样地总物种数的7% (图2b)。

八大公山样地的个体数随着面积增加呈直线上升趋势(图3a)。从种-面积关系上看,在取样面积较小的初始阶段物种数上升迅速,在取样面积达到3 ha (占样地面积的12%)时,已经包括了161个物种,约占样地总物种数的70%;接近10 ha (占样地面积的40%)时,已经包括了201个物种,占到了样地总物种数的90%以上;此后物种增加缓慢(图3b)。

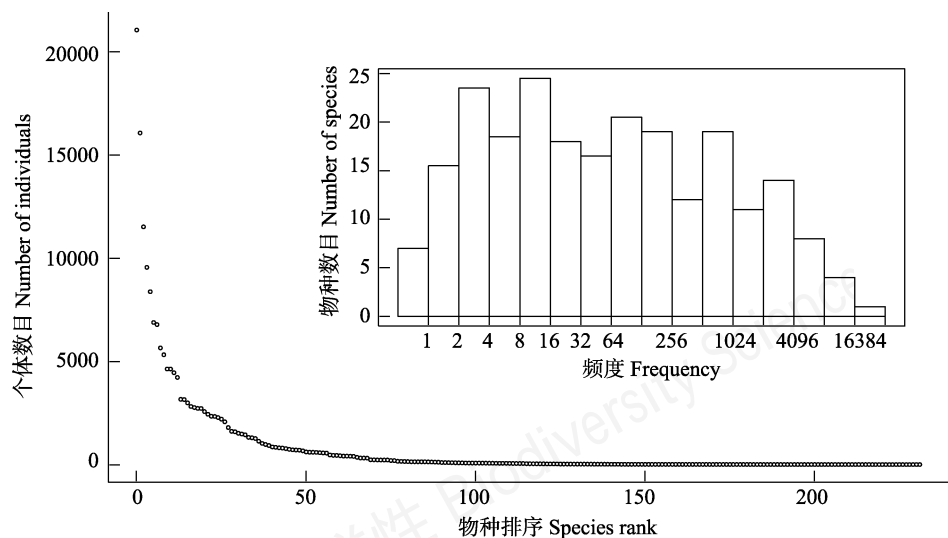


图1 八大公山25 ha样地内木本植物物种多度分布。左下图是按照个体数目从多到少的物种排序,右上小图是对数坐标轴上的物种数目直方图。

Fig. 1 Species abundance distribution in Badagongshan 25 ha dynamic plot. The left is species rank from most abundant to most rare; the right is the histogram of species number on log scale.

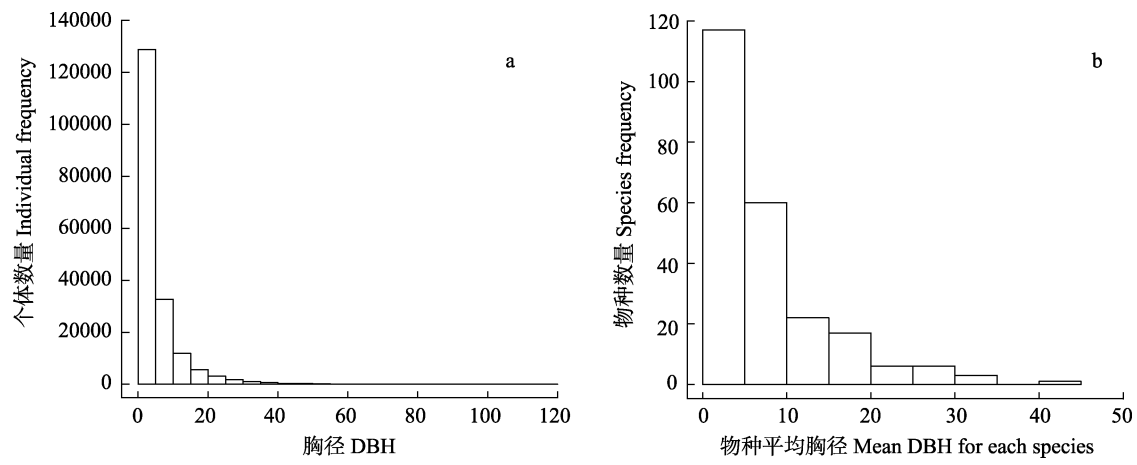


图2 八大公山25 ha样地内个体胸径直方图。a: 样地内全部个体的DBH频率分布图; b: 每个物种平均DBH的频率分布图。
Fig. 2 Histogram of DBH in Badagongshan dynamic plot. a, Based on each individual; b, Based on the mean DBH for each species.

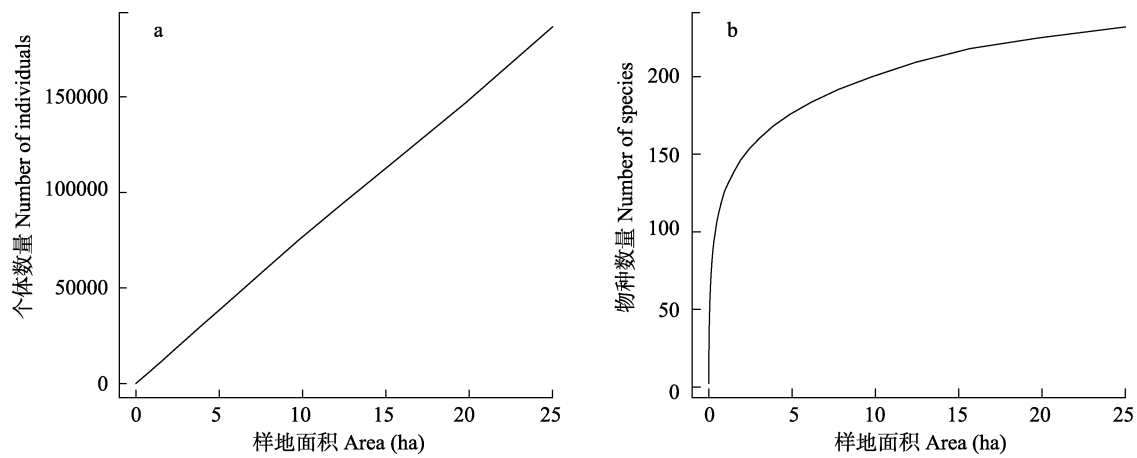


图3 八大公山25 ha样地个体数-面积关系(a)和种-面积关系(b)
Fig. 3 Individual-area relationship and species-area relationship in Badagongshan dynamic plot

2.2 八大公山样地α多样性空间格局

1 ha样地个体数的平均值为 $7,261 \pm 974$ (SD), 最大值是10,114, 最小值为5,003 (图4a)。物种数的平均值为 128 ± 8 (SD), 最大值为149, 最小值为114 (图4b)。Shannon-Wiener指数平均值为 3.56 ± 0.11 (SD), 最大值为3.76, 最小值为3.38 (图4c)。Pielou均匀度指数变异最小, 平均值为 1.69 ± 0.06 (SD), 最大值为1.82, 最小值为1.60 (图4d)。

八大公山1 ha小样地内个体数与物种数、Shannon-Wiener指数、Pielou均匀度指数均没有显著的相关关系; 物种数和Shannon-Wiener指数之间也没有显著的相关关系, 与Pielou均匀度指数之间存在显著的正相关关系($r = 0.42, P = 0.037$); Shannon-Wiener指数和Pielou均匀度指数之间存在极显著的正相关关系($r = 0.92, P < 0.001$)。

3 讨论

八大公山样地属于典型的山地常绿落叶阔叶混交林, 群落建群种为亮叶水青冈和多脉青冈, 在物种组成上与相同类型的湖北七姊妹样地(姚良锦等, 2017)、星斗山样地的亮叶水青冈群落(姚兰等, 2015)以及木林子样地(姚兰等, 2016)具有较高相似性。八大公山样地地处武陵山脉北端的中亚热带北缘, 其物种丰富度(232种)与相同森林类型的木林子样地(228种, 姚兰等, 2016)、七姊妹山样地(245种, 姚良锦等, 2017)均高于同纬度的古田山样地(159种, 祝燕等, 2008)、天童山样地(152种, 杨庆松等, 2011)和黄山样地(191种, 丁晖等, 2016), 以及纬度更低的鼎湖山样地(210种, 叶万辉等, 2008)。鼎湖山样地地理位置偏南, 其物种数本应高于八大公山, 但鼎

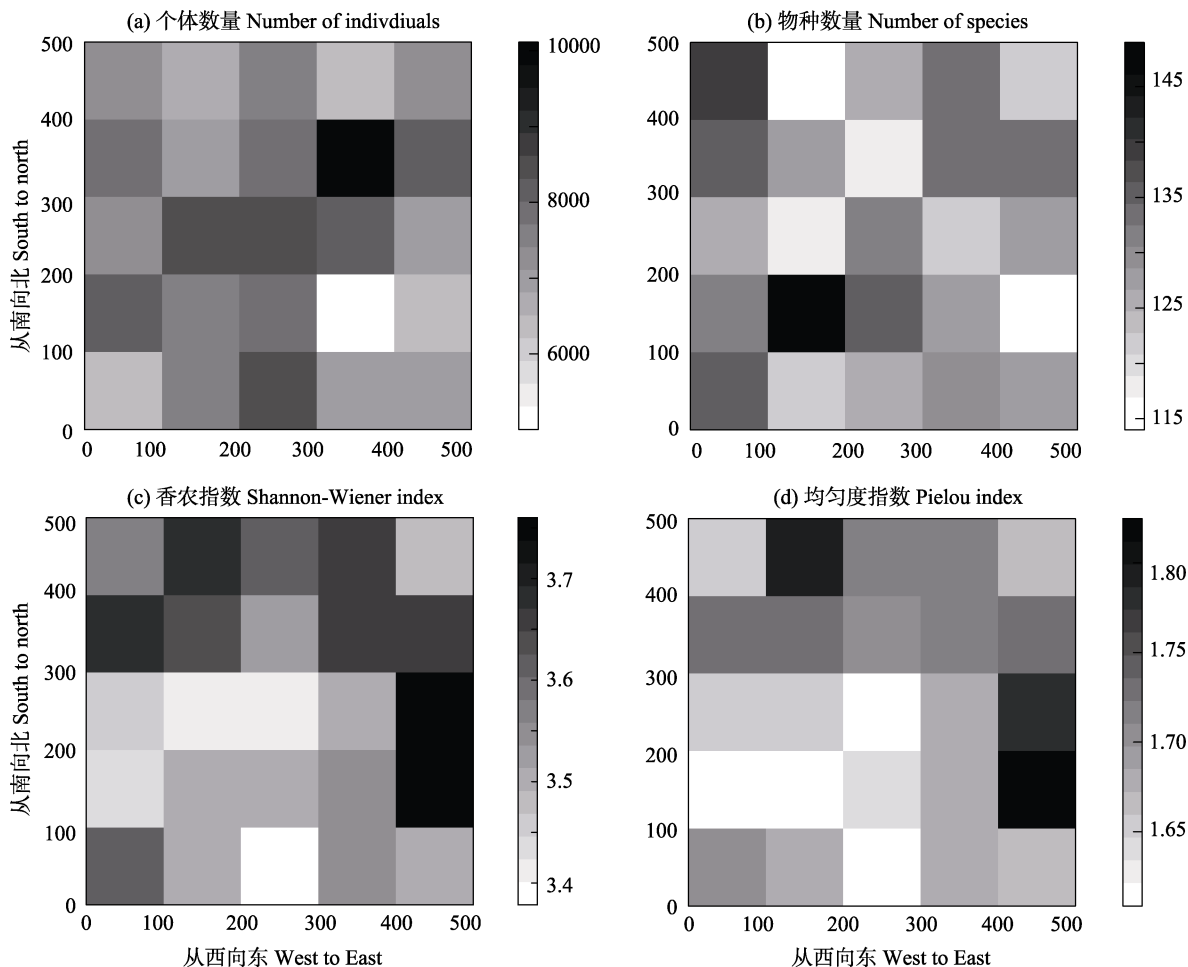


图4 八大公山25 ha样地1 ha小样地间 α 多样性的变异特征

Fig. 4 Spatial variation in α diversity in Badagongshan dynamic plot

湖山样地群落类型为常绿阔叶林, 其落叶种丰富度远低于八大公山(139种), 是其物种总数少于八大公山的主要原因, 且二者样地面积相差5 ha (鼎湖山样地面积为20 ha), 这也会对整个群落的物种丰富度统计产生一定影响。另需考虑的是本样地与木林子样地(姚兰等, 2016)、七姊妹样地(姚良锦等, 2017)均处于常绿阔叶林向落叶阔叶林的过渡阶段, 也是低海拔林分与高海拔林分重叠的中海拔区域, 因此其物种丰富度较高。

八大公山大样地森林群落的种-多度分布呈倒“J”形(图1), 表明样地内优势种物种数少, 而稀有种物种数多(103种)。其稀有种比例(44%)高于同纬度的武夷山样地(12.5%, 丁晖等, 2015)、古田山样地(37.1%, 祝燕等, 2008)和天童山样地(36.2%, 杨庆松等, 2011), 而略低于木林子样地(50.9%, 姚兰等, 2016)。稀有种在群落中个体数少但拥有较多的

种类(李建华, 2005; 王世雄等, 2016), 这种现象与物种的分布特性、群落的立地条件、森林类型的镶嵌等相关。八大公山海拔较高, 由下至上森林类型较多, 相邻森林类型的渗透可能造成了稀有物种物种数的增加。八大公山森林样地的种-面积关系图显示物种数随样地面积的增加而同步增加, 其增长速度由迅速增长逐渐趋于稳定, 表明25 ha的尺度可以代表该地区的群落物种组成情况。

样地内个体胸径直方图呈倒“J”形(图2), 表明样地处于良好更新与正常生长状态。但群落内大径级树木不多, 树木平均胸径(5.41 cm)较小, 且亚热带内多个样地普遍存在群落平均胸径较小的现象, 如古田山样地(5.21 cm, 祝燕等, 2008)、黄山样地(4.1 cm, 丁晖等, 2016)、武夷山样地(5.1 cm, 丁晖等, 2015)、天童山样地(5.66 cm, 杨庆松等, 2011), 八大公山样地所在位置已经近百年没有大的人为

干扰, 属于稳定的顶极群落。造成平均胸径较小的原因可能是生活型的限制, 因为亚乔木层和灌木层都生长着很多小乔木和灌木(卢志军等, 2013)。

样地内1 ha样地个体数与物种数、Shannon-Wiener指数及Pielou均匀度指数间均没有相关性, 个体的增加并没有显著带来物种数目的增加, 说明在八大公山样地物种多样性的取样效应不明显, 物种数量增加的原因可能来自于其他因素的控制, 如生境筛选、扩散限制等(Qiao et al, 2015)。

致谢: 感谢八大公山国家级自然保护区全体工作人员对本研究的大力支持。

参考文献:

- Cao TR, Qi CJ, Yu XL, Long CL, Zhou JR, Zhang QF (1993) Study on *Fagus lucida* forests in Badagong mountains of Hunan and their flora. *Journal of Central-South Forestry College*, 13, 8–16. (in Chinese with English abstract) [曹铁如, 祁承经, 喻勋林, 龙成良, 周建仁, 张全发 (1993) 八大公山亮叶水青冈林及其植物区系的研究. *中南林学院学报*, 13, 8–16.]
- Chen GX, Liao WB, Ao CQ, Liu WQ, Zhang HD (2002) Studies on character and feature of seed plants flora of Wuling-shan region. *Bulletin of Botanical Research*, 22, 98–120. (in Chinese with English abstract) [陈功锡, 廖文波, 敖成齐, 刘蔚秋, 张宏达 (2002) 武陵山地区种子植物区系特征与性质研究. *植物研究*, 22, 98–120.]
- Condit R (1998) *Tropical Forest Census Plots*. Springer-Verlag, Berlin.
- Ding H, Fang YM, Yang XH, Yuan FY, He LH, Yao JF, Wu J, Chi B, Li Y, Chen SF, Chen TT, Xu HG (2016) Community characteristics of a subtropical evergreen broad-leaved forest in Huangshan, Anhui Province, East China. *Biodiversity Science*, 24, 875–887. (in Chinese with English abstract) [丁晖, 方炎明, 杨新虎, 袁发银, 何立恒, 姚剑飞, 吴俊, 迟斌, 李垚, 陈水飞, 陈婷婷, 徐海根 (2016) 黄山亚热带常绿阔叶林的群落特征. *生物多样性*, 24, 875–887.]
- Ding H, Fang YM, Yang Q, Chen X, Yuan FY, Xu H, He LH, Yan J, Chen TT, Yu CJ, Xu HG (2015) Community characteristics of a mid-subtropical evergreen broad-leaved forest plot in the Wuyi Mountains, Fujian Province, southeastern China. *Biodiversity Science*, 23, 479–492. (in Chinese with English abstract) [丁晖, 方炎明, 杨青, 陈晓, 袁发银, 徐辉, 何立恒, 严靖, 陈婷婷, 余朝健, 徐海根 (2015) 武夷山中亚热带常绿阔叶林样地的群落特征. *生物多样性*, 23, 479–492.]
- Hu SY (1980) The *Metasequoia* flora and its phytogeographic significance. *Journal of the Arnold Arboretum*, 61, 41–94.
- Li JH (2005) Revised Edition of the Dictionary of Environmental Science and Engineering Technology. Chinese Environmental Press, Beijing. (in Chinese) [李建华 (2005) 环境科学与工程辞典. 中国环境出版社, 北京.]
- Lu ZJ, Bao DC, Guo YL, Lu JM, Wang QG, He D, Zhang KH, Xu YZ, Liu HB, Meng HJ, Huang HD, Wei XZ, Liao JX, Qiao XJ, Jiang MX, Gu ZR, Liao CL (2013) Community composition and structure of Badagongshan forest dynamic plot in a mid-subtropical mountain evergreen and deciduous broadleaved mixed forest, Central China. *Plant Science Journal*, 31, 336–344. (in Chinese with English abstract) [卢志军, 鲍大川, 郭屹立, 路俊盟, 王庆刚, 何东, 张奎汉, 徐耀粘, 刘海波, 孟红杰, 黄汉东, 魏新增, 廖建雄, 乔秀娟, 江明喜, 谷志容, 廖春林 (2013) 八大公山中亚热带山地常绿阔叶阔叶混交林物种组成与结构. *植物科学学报*, 31, 336–344.]
- Qiao XJ, Lu JM, Wang QG, Tang ZY, Franklin SB, Zhang JX, Lu ZJ, Bao DC, Guo YL, Xu YZ, Jiang MX (2015) Determines of the beta diversity in a subtropical forest in central China. *Scientific Reports*, 5, 17043.
- Song YC (2004) Tentative classification scheme of evergreen broad-leaved forests of China. *Acta Phytocologica Sinica*, 28, 435–448. (in Chinese with English abstract) [宋永昌 (2004) 中国常绿阔叶林分类试行方案. *植物生态学报*, 28, 435–448.]
- Wang SX, Zhao L, Li N, Guo H, Wang XA, Duan RY (2016) The relative contributions of rare and common species to the patterns of species richness in plant communities. *Biodiversity Science*, 24, 658–664. (in Chinese with English abstract) [王世雄, 赵亮, 李娜, 郭华, 王孝安, 段仁燕 (2016) 稀有种和常见种对植物群落物种丰富度格局的相对贡献. *生物多样性*, 24, 658–664.]
- Wu ZY (1980) *Vegetation of China*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [吴征镒 (1980) 中国植被. 科学出版社, 北京.]
- Yang QS, Ma ZP, Xie YB, Zhang ZG, Wang ZH, Liu HM, Li P, Zhang N, Wang DL, Yang HB, Fang XF, Yan ER, Wang XH (2011) Community structure and species composition of an evergreen broad-leaved forest in Tiantong's 20 ha dynamic plot, Zhejiang Province, eastern China. *Biodiversity Science*, 19, 215–223. (in Chinese with English abstract) [杨庆松, 马遵平, 谢玉彬, 张志国, 王樟华, 刘何铭, 李萍, 张娜, 王达力, 杨海波, 方晓峰, 阎恩荣, 王希华 (2011) 浙江天童20 ha常绿阔叶林动态监测样地的群落特征. *生物多样性*, 19, 215–223.]
- Yao L, Cui GF, Yi YM, Huang YT, Feng G, Liu JC, Ai XR (2016) Species diversity of woody plants in Mulinzi Nature Reserve of Hubei Province. *Scientia Silvae Sinicae*, 52, 1–9. (in Chinese with English abstract) [姚兰, 崔国发, 易咏梅, 黄永涛, 冯广, 刘峻城, 艾训儒 (2016) 湖北木林子保护区大样地的木本植物多样性. *林业科学*, 52, 1–9.]
- Yao L, Ai XR, Lü SA, Feng G, Liu JC, Huang YT (2015) Characteristics of community types and structures, and species diversity of natural secondary forests in Xingdou

- Mountain of Hubei Province. *Scientia Silvae Sinicae*, 51, 1–7. (in Chinese with English abstract) [姚兰, 艾训儒, 吕世安, 冯广, 刘峻城, 黄永涛 (2015) 湖北星斗山天然次生林的群落类型、结构与物种多样性特征. *林业科学*, 51, 1–7.]
- Yao LJ, Yao L, Yi YM, Ai XR, Feng G, Liu JC, Lin Y, Huang W, Ding Y, Zang RG (2017) Species composition and community structure of a 6-ha subtropical evergreen and deciduous broad-leaved mixed forest dynamics plot in the Qizimei Mountains, Hubei Province. *Biodiversity Science*, 25, 275–284. (in Chinese with English abstract) [姚良锦, 姚兰, 易咏梅, 艾训儒, 冯广, 刘峻城, 林勇, 黄伟, 丁易, 臧润国 (2017) 湖北七姊妹山亚热带常绿落叶阔叶混交林的物种组成和群落结构. *生物多样性*, 25, 275–284.]
- Ye WH, Cao HL, Huang ZL, Lian JY, Wang ZG, Li L, Wei SG, Wang ZM (2008) Community structure of a 20 hm² lower subtropical evergreen broadleaved forest plot in Dinghushan, China. *Journal of Plant Ecology (Chinese Version)*, 32, 274–286. (in Chinese with English abstract) [叶万辉, 曹洪麟, 黄忠良, 练琚愉, 王志高, 李林, 魏识广, 王章明 (2008) 鼎湖山亚热带常绿阔叶林20公顷样地群落特征研究. *植物生态学报*, 32, 274–286.]
- Ying JS (2001) Species diversity and distribution pattern of seed plants in China. *Biodiversity Science*, 9, 393–398. (in Chinese with English abstract) [应俊生 (2001) 中国种子植物物种多样性及其分布格局. *生物多样性*, 9, 393–398.]
- Zhu Y, Zhao GF, Zhang LW, Shen GC, Mi XC, Ren HB, Yu MJ, Chen JH, Chen SW, Fang T, Ma KP (2008) Community composition and structure of Gutianshan forest dynamic plot in a mid-subtropical evergreen broad-leaved forest, east China. *Journal of Plant Ecology (Chinese Version)*, 32, 262–273. (in Chinese with English abstract) [祝燕, 赵谷风, 张俪文, 沈国春, 米湘成, 任海保, 于明坚, 陈建华, 陈声文, 方腾, 马克平 (2008) 古田山中亚热带常绿阔叶林动态监测样地: 群落组成与结构. *植物生态学报*, 32, 262–273.]
- (责任编辑: 王希华 责任编辑: 黄祥忠、周玉荣)

附录 Supplementary Material

附录1 八大公山25 ha大样地每个1 ha样地内物种名录及多度

Appendix 1 Species list and abundance for each species in every 1-ha subplot in Badagongshan dynamic plot
<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2018074-1.xlsx>