

桂林市蒋家坝丘陵灌丛植物功能性状的分类研究^{*}

盘远方^{1,2}, 梁志慧^{1,2}, 林红玲^{1,2}, 梁士楚^{1,2}, 姜勇^{1,2**}, 陈锦妮^{1,2}

(1. 广西师范大学, 珍稀濒危动植物生态与环境保护教育部重点实验室, 广西桂林 541006; 2. 广西师范大学生命科学院, 广西桂林 541006)

摘要:不同的植物具有不同的性状特征, 而植物的性状特征又决定其对不同生境的适应能力。为探究不同的生境条件下功能性状的分布特征, 本研究对桂林市蒋家坝丘陵不同坡位灌丛 5 368 株植物的生长型、物候型、光习性、基径、树高、叶质、果实类型等进行统计分析。结果表明: 植物生长型类型种数呈坡底>坡中>坡顶; 物候型、光习性类型种数呈坡底>坡中>坡顶; 基径、树高平均值呈坡底>坡顶>坡中; 叶质类型种数呈坡底>坡中>坡顶; 果实类型种数呈坡底>坡中>坡顶。本研究成果有助于理解局域生态学过程及桂林丘陵地区植物功能性状对不同环境的适应特性。

关键词:功能性状 丘陵灌丛 坡位 桂林

中图分类号: S941 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2019)04-0268-06

0 引言

植物与环境的关系主要体现在植物的生长型、物候、形态及果实等多个方面, 不同种类植物的应对策略不同^[1]。目前, 植物功能性状与环境之间的关系已成为生态学研究中的热点问题, 而植物功能性状是指一切(生物与非生物因子)对植物的定居、生存和适应有着潜在影响的, 或与获取、利用和保存资源的能力有关的属性^[2]。其中, 植物生长型是植物在其遗传结构限度内、在所处境条件下发育形成的一般形态或外表特征, 它反映植物生活的环境条件, 相同的环境条件具有相似的生长型, 是趋同适应的结果^[3]。通过植物生长型的研究既可以发现和控制在植物群落的主

要气候因素、植物与环境之间的关系, 又可以了解群落组成种的外貌特征随生境的变化关系^[1]。而叶片与环境关系最为密切, 叶功能性状的改变直观体现出植物对环境的适应策略^[2]。有研究表明, 在干旱的环境中叶片演化成多种抗旱性的形态适应特征, 如叶片变厚、细胞壁增厚、出现叶毛、角质层加厚、脂类组织含量升高、栅栏组织发达而海绵组织叶肉发育不明显、气孔沉陷更深、细胞间隙变小等^[4]。因此, 研究植物功能性状能对于解释局域生态学过程、揭示决定群落组成与结构的生态和进化机制有重要意义。

丘陵区是一种特殊区域, 主要以中、浅切割的丘陵地貌为主, 地形起伏较大。地形控制了太阳辐射、温度、降水量和风速等的空间再分配, 能很好地指示

^{*} 2019 年广西高校大学生创新创业计划项目(201910602247, 201910602249)资助。

【作者简介】

盘远方(1994—), 男, 硕士, 主要从事植物生态学研究; 梁志慧(1997—), 女, 在读本科生, 主要从事植物生态学研究。以上 2 人并列第一作者。

【**通信作者】

姜勇(1981—), 女, 博士, 讲师, 硕士生导师, 主要从事森林生态学研究, E-mail: yongjiang226@126.com。

【引用本文】

DOI: 10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20191225.003

盘远方, 梁志慧, 林红玲, 等. 桂林市蒋家坝丘陵灌丛植物功能性状的分类研究[J]. 广西科学院学报, 2019, 35(4): 268-273, 280.

PAN Y F, LIANG Z H, LIN H L, et al. Classification study on functional traits of shrub plants in Jiangjiaba hill in Guilin [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2019, 35(4): 268-273, 280.

局部生境的小气候条件, 改变土壤质地, 影响土壤水分和养分的分布。目前, 关于丘陵地区的研究, 国外学者做了许多开创性的工作。例如, 1993年 Kikuchi 和 Miura^[5]对丘陵区地形对植被格局的影响进行研究, 发现坡位梯度对植被的作用可分为直接作用和间接作用, 直接作用即通过崩塌、搬运、堆积等地貌过程对植被产生干扰作用, 而间接作用则通过对气候和土壤养分产生影响而间接作用于植物。而国内主要集中在对丘陵地区地形梯度(微地形)与植被分布格局分异^[6]、坡位与植被结构关系的研究^[7]、海拔梯度上垂直带的划分与物种多样性分布格局关系的研究^[8]。而关于桂林丘陵土山灌丛植物功能分类随坡位变化的研究尚未见报道。鉴于此, 本研究以桂林市蒋家坝丘陵土山灌丛植物为研究对象, 对丘陵土山灌丛植物功能性状进行分类与坡位梯度的变化规律进行研究, 有利于深入认识该地区植物群落的外貌特征及分布规律。同时为深入了解桂林丘陵地区植物与环境的适应特性, 为该地区的植被发生、发展及演替提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

研究区位于广西壮族自治区桂林市雁山镇蒋家

表 1 不同坡位中各样方的概况

Table 1 Overview of each sample in different slope positions

样地编号 Sample No.	纬度和经度 Latitude and longitude	丰富度 Species richness	密度 Density (株/hm ²)	海拔 Altitude (m)	坡位 Slope position
P ₁	25°05'23.45"N 110°17'32.72"E	27	104	213	坡底 Bottom of slope
P ₂	25°05'23.73"N 110°17'34.11"E	27	170	213	坡底 Bottom of slope
P ₃	25°05'24.55"N 110°17'34.55"E	21	87	212	坡底 Bottom of slope
P ₄	25°05'24.10"N 110°17'36.63"E	36	156	210	坡底 Bottom of slope
P ₅	25°05'24.09"N 110°17'35.38"E	26	229	214	坡底 Bottom of slope
P ₆	25°05'23.67"N 110°17'34.56"E	16	73	209	坡底 Bottom of slope
P ₇	25°05'23.49"N 110°17'37.10"E	40	255	217	坡底 Bottom of slope
P ₈	25°05'23.01"N 110°17'37.77"E	33	198	219	坡底 Bottom of slope
P ₉	25°05'24.45"N 110°17'34.04"E	17	102	217	坡底 Bottom of slope
P ₁₀	25°05'24.49"N 110°17'34.31"E	33	276	217	坡底 Bottom of slope
P ₁₁	25°05'18.96"N 110°17'40.14"E	26	216	277	坡中 Middle of slope
P ₁₂	25°05'19.59"N 110°17'40.28"E	23	157	276	坡中 Middle of slope
P ₁₃	25°05'18.16"N 110°17'38.92"E	33	309	277	坡中 Middle of slope
P ₁₄	25°05'18.15"N 110°17'39.49"E	21	176	277	坡中 Middle of slope
P ₁₅	25°05'17.54"N 110°17'38.74"E	26	210	277	坡中 Middle of slope
P ₁₆	25°05'16.95"N 110°17'39.53"E	22	234	279	坡中 Middle of slope
P ₁₇	25°05'16.36"N 110°17'38.75"E	16	211	283	坡中 Middle of slope
P ₁₈	25°05'17.49"N 110°17'39.37"E	25	254	277	坡中 Middle of slope
P ₁₉	25°05'17.78"N 110°17'37.89"E	28	178	281	坡中 Middle of slope
P ₂₀	25°05'07.49"N 110°17'43.37"E	14	178	337	坡顶 Top of slope

坝的丘陵土山, 海拔为 205~351 m, 地理位置为东经 110°17'32.72"~110°17'43.99", 北纬 25°05'05.81"~25°05'24.55"。该地区属于典型的亚热带湿润季风气候, 气候温和, 四季分明, 雨量充沛。年平均气温为 19℃, 最冷的 1 月份平均气温为 8℃, 最热的 8 月份平均气温为 28℃, 全年无霜期 309 d, 年平均日照时数 1 670 h, 年平均降雨量 1 949.5 mm, 降雨量年分配不均, 秋、冬季干燥少雨, 年平均蒸发量 1 490~1 905 mm。植被以次生灌丛为主, 其中坡底优势种有桃金娘 (*Rhodomyrtus tomentosa*)、白栎 (*Quercus fabri*)、木荷 (*Schima superba*)、粗叶榕 (*Ficus simplicissima*)、白背叶 (*Mallotus apelta*) 等; 坡中优势种有白栎 (*Quercus fabri*)、桃金娘 (*Rhodomyrtus tomentosa*)、羊躑躅 (*Rhododendron molle*)、野牡丹 (*Melastoma candidum*)、木荷 (*Schima superba*) 等; 坡顶优势种有白栎 (*Quercus fabri* Hance)、马尾松 (*Pinus massoniana*)、羊躑躅 (*Rhododendron molle*)、山鸡椒 (*Litsea cubeba*)、狭叶珍珠花 (*Lyonia ovalifolia*) 等。各样地概况如表 1 所示。

续表 1

Continued table 1

样地编号 Sample No.	纬度和经度 Latitude and longitude	丰富度 Species richness	密度 Density (株/hm ²)	海拔 Altitude (m)	坡位 Slope position
P ₂₁	25°05'09.86"N 110°17'43.17"E	21	154	331	坡顶 Top of slope
P ₂₂	25°05'10.18"N 110°17'43.14"E	20	169	329	坡顶 Top of slope
P ₂₃	25°05'06.70"N 110°17'43.16"E	21	318	344	坡顶 Top of slope
P ₂₄	25°05'06.17"N 110°17'43.65"E	19	187	347	坡顶 Top of slope
P ₂₅	25°05'05.81"N 110°17'43.99"E	18	83	351	坡顶 Top of slope
P ₂₆	25°05'08.04"N 110°17'43.59"E	23	219	341	坡顶 Top of slope
P ₂₇	25°05'07.23"N 110°17'44.79"E	24	195	338	坡顶 Top of slope
P ₂₈	25°05'08.03"N 110°17'43.59"E	19	194	336	坡顶 Top of slope

1.2 方法

1.2.1 灌丛植物功能性状数据的收集

经过野外踏查,于2016年7—9月在桂林市蒋家坝丘陵沿坡底、坡中、坡顶由低到高设置了3个不同坡位梯度的采样点。其中坡底设置了10个样方,坡中设置了9个样方,坡顶设置了9个样方,样方大小为20 m×20 m,共计28个样方。将每个20 m×20 m的样方划分为4个10 m×10 m的小样方,记录每个小样方内基径≥1 cm的所有木本植物的种名、多度、基径、树高和空间坐标。同时记录岩石裸露率,利用手持GPS进行经纬度、海拔数据测定。

根据野外实地调查和查阅文献资料确定了桂林市蒋家坝丘陵土山的灌丛植被共有78个物种,隶属于33科61属。通过野外实地调查的数据记录结果和查询相关的植物功能性状数据库,对所研究的植物功能性状类群数据进行完善。

1.2.2 数据处理

生长型划分为乔木幼树、灌木和木质藤本3类。物候型划分为常绿与落叶;光习性划分为喜阴与喜阳。叶子质地划分为纸质、革质、草质3类。果实类型分为单果、聚合果、聚花果3类;单果果实类型进一步细分则可以分为浆果、蒴果、坚果、核果、瘦果、荚果、翅果、蓇葖果、梨果9类。根据每个性状分类属性以物种数进行数据量化。植株基径大小和树高是以群落水平均值进行比较。采用R 3.5.2软件(R Development Core Team, 2016)进行数据统计分析和绘图。

2 结果与分析

2.1 生长型

蒋家坝乔木幼树种类坡底、坡中、坡顶各有24种、13种、11种,分别占50.0%、27.1%、22.9%;灌

木种类坡底、坡中、坡顶各有42种、31种、30种,分别占40.8%、30.1%、29.1%;藤本种类坡底、坡中各有2种、1种,分别占66.7%、33.3%。乔木幼树、灌木和藤本随坡位变化均呈现坡底>坡中>坡顶。

2.2 物候型

由图1a可知,常绿植物种类坡底、坡中、坡顶各有25种、18种、15种,分别占43.1%、31.0%、25.9%;落叶植物种类坡底、坡中、坡顶各有43种、27种、26种,分别占44.8%、28.1%、27.1%。常绿与落叶植物种数随坡位变化均呈现坡底>坡中>坡顶。

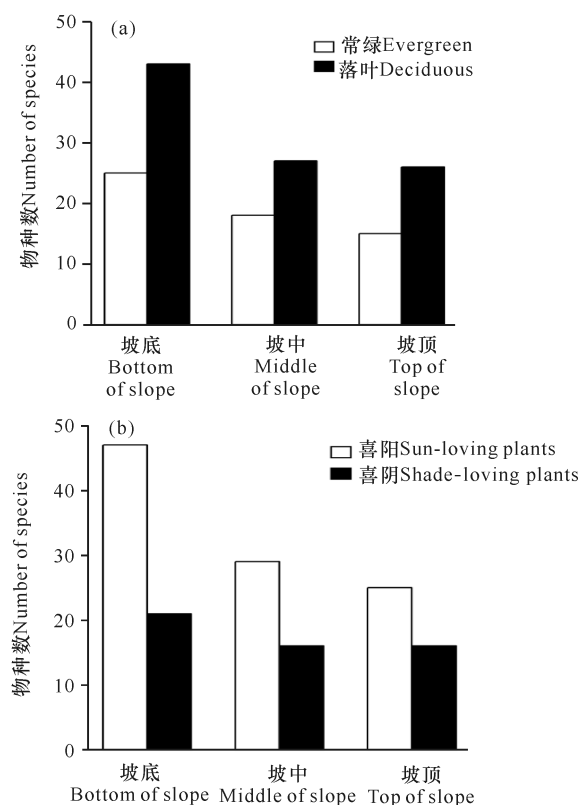


图1 不同坡位梯度灌丛植物物候型、光习性的比较
Fig. 1 Comparison of phenological types and light habits of shrub plants with different slope gradients

2.3 光习性

由图 1b 可知,喜阳植物种类坡底、坡中、坡顶各有 47 种、29 种、25, 分别占 46.5%、28.7%、24.8%; 喜阴植物种类坡底、坡中、坡顶各有 21 种、17 种、16 种, 分别占 38.9%、31.5%、29.6%。喜阴与喜阳植物种类随坡位变化均呈现坡底>坡中>坡顶。

2.4 基径和树高

由图 2a 可知,坡底植物平均基径为 7 cm, 坡中植物平均基径为 3.3 cm, 坡顶植物平均基径为 4.3 cm。由图 2b 可知,坡底植物平均树高为 2.3 m, 坡中植物平均树高为 1.61 m, 坡顶植物平均树高为 1.83 m。随坡位的变化,灌丛植物基径和树高均呈现坡底>坡顶>坡中。

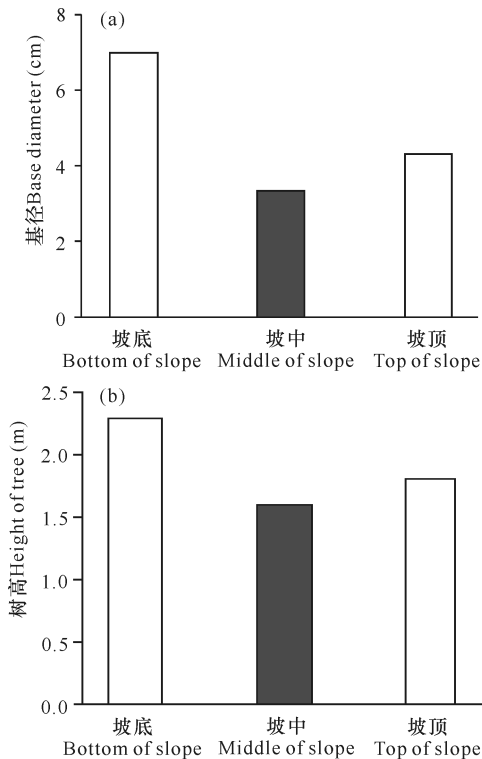


图 2 不同坡位梯度灌丛植物基径和树高的比较

Fig. 2 Comparison of base diameter and tree height of shrub plants with different slope gradients

2.5 叶性质

由图 3 可知,叶质为纸质叶的坡底、坡中、坡顶各有 30 种、21 种、18 种, 分别占 43.5%、30.4%、26.1%; 叶质为革质叶的坡底、坡中、坡顶各有 22 种、16 种、14 种, 分别占 42.3%、30.8%、26.9%; 叶质为草质叶的坡底、坡中、坡顶各有 13 种、7 种、7 种, 分别

占 48.2%、25.9%、25.9%。

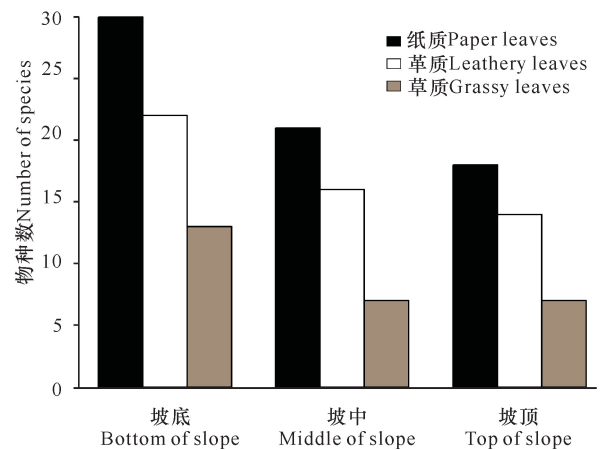


图 3 不同坡位梯度植物叶质的比较

Fig. 3 Comparison of leaf texture of different slope gradient plants

2.6 果实类型

由图 4 可知,果实类型为单果的坡底、坡中、坡顶各有 42 种、26 种、23 种, 分别占 46.1%、28.6%、25.3%; 果实类型为聚合果的坡底、坡中、坡顶各有 17 种、15 种、14 种, 分别占 37.0%、32.6%、30.4%; 聚花果的坡底、坡中、坡顶各有 8 种、5 种、4 种, 分别占 47.1%、29.4%、23.5%。坡底、坡中、坡顶均以单果为主(图 4), 其中,浆果、蒴果和核果在 3 个坡位所占比例最高, 而翅果、梨果果实类型仅在坡底、坡顶中出现(图 5)。

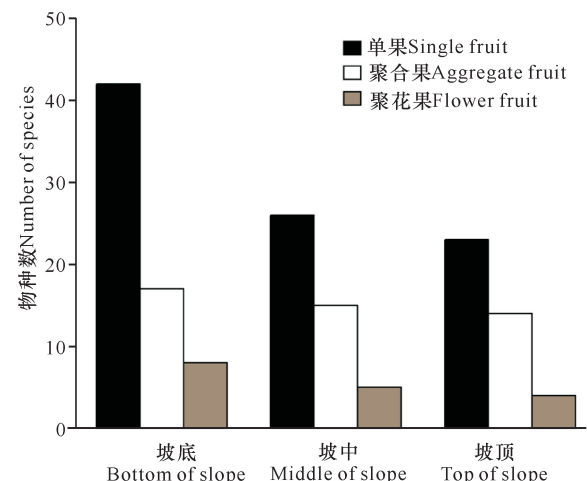


图 4 不同坡位梯度果实类型的比较

Fig. 4 Comparison of single fruit, aggregate fruit and flower fruit of different slope gradient plants

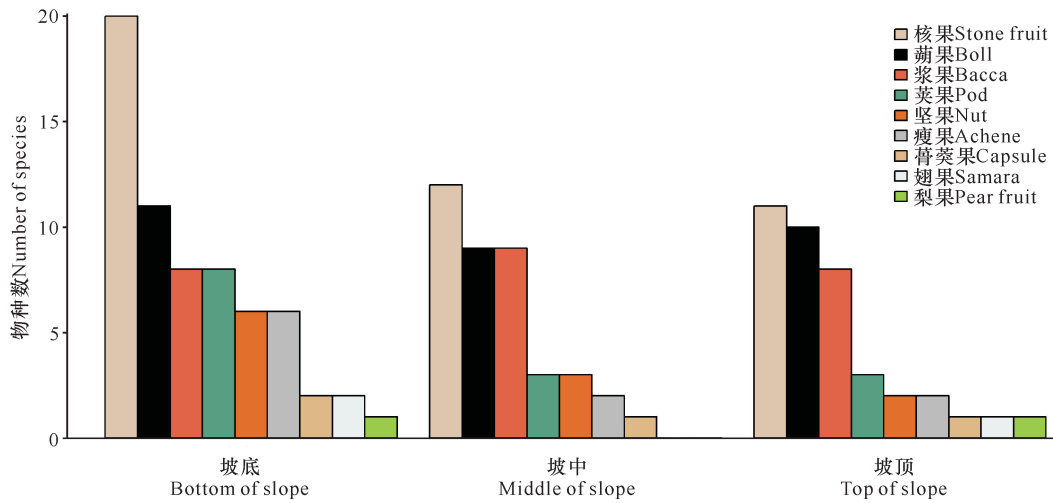


图5 不同坡位梯度单果类型的比较

Fig. 5 Comparison of single fruit types with different slope gradients

3 讨论

3.1 生长型、物候型和光习性对不同坡位的响应

植物群落的本质特征之一是群落中的物种组成与环境梯度之间存在一定的相互关系。在大尺度上,地带性气候条件是决定植物物种组成、植被类型分布的主导因素,而在小尺度上或同一气候区,地形梯度是影响植被格局的最重要的因子之一^[9]。生长型是根据植物的可见结构进行划分,表征群落外貌和垂直结构的重要指标,反映植物生存的环境条件^[2],物候型是生物和非生物受到气候和外界环境因素综合影响而表现出来的季节性现象^[6],而光习性是根据植物对不同光照条件下其生长优良状况进行划分的^[5]。我们研究发现,生长型、物候型、光习性种数均表现为坡底>坡中>坡顶(图1),这可能是地形通过地貌过程对植被产生直接作用^[10]。此外,地形(坡位梯度)的变化控制了光、热、水和土壤养分等资源因子的空间再分配,而植物由于长期的适应和进化,即使同一生长型的不同物种对不同海拔梯度的敏感程度及资源(光照、养分、水分等)的需求也不同,因此其分布情况也不同。物种的生境分化不仅体现在对地形因子的分化利用,更多的是表现为对土壤养分的分化利用^[11]。研究表明,从坡顶到坡底(或从山脊到沟谷),是土壤养分和水分从源到汇的过程^[12],受到雨水的侵蚀,坡顶的腐殖质被地表径流带至山脚部位,不同物种对土壤资源的利用方式存在一定的差异,其驱动因子也有一定的差异,说明不同物种会因为自身的生理特性选择不同的策略以便更好地生长和繁殖^[2]。

而随着海拔的上升,光照、温度升高,土壤水分蒸发量大,导致水分相对缺乏,从而形成的微气候较为干旱^[13],不同坡位之间物种能适应该坡位的光照强度,因此,地形梯度是导致植物生长型、物候型、光习性在不同坡位梯度上存差异的主要原因。

3.2 基径和树高对不同坡位的响应

本研究发现,植物基径和树高呈现坡底>坡顶>坡中(图2)。有学者采用幂函数模型确定决定系数来研究树木基径与树高的关系,通过模型得出基径与树高呈显著的正相关^[14]。坡中的基径和树高最小,主要原因是坡中受到人为破坏比较严重,原生植被基本已被居民砍伐,现有植被主要以次生的灌丛为主,所以坡中的植株在基径和高度方面均比较小。叶片是植物对外界环境胁迫下反映最敏锐的部分,而叶片质地是不同物种对外界不同环境条件长期适应后形成的特定结构、功能^[4]。而纸质叶、革质叶和草质叶种数均呈现坡底>坡中>坡顶(图3),这可能与物种所适应的海拔梯度有关。

3.3 果实类型对不同坡位的响应

果实(种子)是植物生活史的核心特征,它决定着物种的扩散能力和种群分布格局,在进化生物学和生态学方面具有重要研究意义^[10]。单果、聚合果和聚花果种数均呈现坡底>坡中>坡顶(图4)。有研究表明,在所有影响植物进化的环境因素中,海拔高度最具综合性和先决性,环境因子随海拔梯度的变化要比沿纬度变化大1000倍^[6],随着海拔高度的升高,从坡底到坡顶土壤含水量呈梯度下降,而温度则呈上升趋势,不同果实类型对这种差异的耐受性不同,从

而形成果实类型的垂直分异。浆果、蒴果和核果在3个坡位间所占的比例最大(图5)。浆果、蒴果和核果都是喜湿热的类群,而本研究区属于典型的亚热带湿润季风气候,气候温暖湿润,不同果实类群对水分、热量和光照条件的偏重不同,其所受到环境因子限制程度也不同。因此,各类果实类型在不同坡位上存在较大的差异。

4 结论

本研究对桂林市蒋家坝丘陵不同坡位灌丛植物功能性状进行统计分析,结果发现生长型、物候型、光习性、叶质和果实类型种数在坡底所占的比例最高,坡顶所占的比例最小;而基径和树高的平均值坡底最大,其次是坡顶,最后是坡中。通过对丘陵土山灌丛植物功能性状分类与坡位梯度的变化规律进行研究,为深入理解桂林丘陵地区植物功能性状与环境的适应特性和该地区的植被发生、发展及演替提供参考依据。

参考文献

- [1] ROWE N, SPECK T. Plant growth forms: An ecological and evolutionary perspective [J]. *New Phytologist*, 2005, 166(1): 61-72.
- [2] 黄小, 姚兰, 王进, 等. 土壤养分对不同生活型植物叶功能性状的影响[J]. *西北植物学报*, 2018, 38(12): 2293-2302.
- [3] 周会萍, 职丽娟, 蔡祖国, 等. 江西吉安退化湿地松群落外貌特征分析[J]. *江西农业大学学报*, 2009, 31(4): 690-694.
- [4] 许云蕾, 蒲文彩, 余志祥, 等. 金沙江干热河谷同一群落不同生活型植物叶片解剖结构差异分析[J]. *西南林业大学学报: 自然科学*, 2018, 38(6): 74-82.
- [5] KIKUCHI T, MIURA O. Vegetation patterns in relation to micro-scale landforms in hilly land regions [J]. *Vegetatio*, 1993, 106: 147-154.
- [6] 杨永川, 达良俊, 由文辉. 浙江天童国家森林公园微地形与植被结构的关系[J]. *生态学报*, 2005, 25(11): 38-48.
- [7] 杨永川, 达良俊. 丘陵地区地形梯度上植被格局的分异研究概述[J]. *植物生态学报*, 2006, 30(3): 504-513.
- [8] 方精云. 探索中国山地植物多样性的分布规律[J]. *生物多样性*, 2004, 12(1): 1-4.
- [9] HARA M, HIROSHI K, OONO K. Relationship between micro-landform and vegetation structure in an evergreen broad-leaved on Okinawa Island, S-W Japan [J]. *Nat Hist Res*, 1996, 4(1): 27-35.
- [10] NAGAMATSU D, HIRABUKI Y, MOCHIDA Y. Influence of micro-landforms on forest structure, tree death and recruitment in a Japanese temperate mixed forest [J]. *Ecological Research*, 2003, 18(5): 533-547.
- [11] 杨秀清, 史婵, 王旭刚, 等. 关帝山云杉次生林不同生活型物种与生境相关性[J]. *生态学杂志*, 2017, 36(6): 1481-1487.
- [12] SAKIO H. Effects of natural disturbance on the regeneration of riparian forests in a Chichibu Mountains, central Japan [J]. *Plant Ecology*, 1997, 132(2): 181-195.
- [13] 杨秀清, 史婵, 王旭刚, 等. 关帝山云杉次生林不同生活型物种与生境相关性[J]. *生态学杂志*, 2017, 36(6): 1481-1487.
- [14] 钱磊, 吴忠锋, 唐昌亮, 等. 16种羊蹄甲属植物种子表型变异初探[J]. *热带农业科学*, 2017, 37(9): 45-51.

fleshy leaves and 3 membranous leaves. There were 62 kinds of racemes, 56 kinds of panicles, 54 kinds of cymes and 37 kinds of head inflorescences in the inflorescence types, but there were only 6 species of corymb, cymes and spadix. There was only one kind of the cyme, the compound corymb and the compound dichotomous cyme. There were 66 species of capsule, 53 species of achene, 41 species of drupe, and 28 species of caryopsis, but there were only 8, 7, 5, 3, 2 and 1 species of cellular fruit, angular fruit, samara fruit, divided fruit, citrus fruit and pear fruit respectively. There were 111 species of animal dispersal, 83 species of wind dispersal, 58 species of water dispersal and 51 species of autogenous.

Key words: plant functional traits, Lijiang River, river bank, classification, statistical analysis

责任编辑:符支宏

(上接第 273 页 Continued on page 273)

Classification Study on Functional Traits of Shrub Plants in Jiangjiaba Hill in Guilin

PAN Yuanfang^{1,2}, LIANG Zhihui^{1,2}, LIN Hongling^{1,2}, LIANG Shichu^{1,2}, JIANG Yong^{1,2}, CHEN Jinni^{1,2}

(1. Key Laboratory of Ecology of Rare and Endangered Species and Environment Protection, Ministry of Education, Guangxi Normal University, Guilin, Guangxi, 541006, China; 2. College of Life Sciences, Guangxi Normal University, Guilin, Guangxi, 541006, China)

Abstract: Different plants have different functional traits, and different functional traits determine their ability to adapt to different habitats. In order to study the distribution characteristics of plant functional traits under different habitat conditions, This study analyzed the growth type, phenotype, light habit, base diameter, tree height, leaf quality, and fruit types of 5 368 plants in shrubs of different slope positions in Jiangjiaba hills of Guilin. The results showed that the number of species of plant growth type was bottom of slope > middle of slope > top of slope, the number of phenotype and light habit types were slope of bottom > middle of slope > top of slope, mean diameter and tree height were slope of bottom > top of slope > middle of slope, the number of leaf types was slope of bottom > middle of slope > top of slope, and the number of fruit types was slope of bottom > middle of slope > top of slope. The results of this research will be helpful to understand the local ecological process and the adaptive characteristics of plant functional traits to different environments in hilly areas of Guilin.

Key words: functional traits, hilly shrub, slope gradients, Guilin

责任编辑:陆雁