

喀斯特山地草地植物群落物种数量特征及多样性分析

张文¹, 张建利^{2*}, 莫本田¹, 安明态², 王普昶¹, 张建波¹

1. 贵州草业研究所, 贵州 贵阳 550006; 2. 贵州大学林学院, 贵州 贵阳 550025

摘要: 选择贵州典型喀斯特山地草地植物群落为研究对象, 采用标准样地调查法, 对不同海拔、坡向的植物群落数量特征、物种特性、以及物种丰富度、多样性、均匀性等特征展开研究, 结果表明, (1) 喀斯特山地草地植物群落密度随海拔升高呈显著增加趋势 ($F=20.600$; $P \leq 0.01$)。植物群落中矛叶荩草 (*Arthraxon lanceolatus*) 和扭黄茅 (*Heteropogon contortus*) 种群在数量上占优势, 同时矛叶荩草和扭黄茅种群密度随海拔升高呈现出增加趋势; 但矛叶荩草种群密度在群落中的比例呈现出下降趋势, 而扭黄茅种群密度在群落中的比例呈现出升高趋势。(2) 喀斯特山地草地植物群落以禾本科 (Gramineae)、菊科 (Compositae)、蔷薇科 (Rosaceae)、唇形科 (Labiatae) 为主; 其中禾本科植物种类比例随海拔升高呈现出下降趋势, 而菊科、蔷薇科、唇形科植物种类比例呈现出升高趋势。(3) 喀斯特山地草地植物群落丰富度指数随海拔升高呈现出增加趋势, Simpson多样性指数、Shannon-Wiener多样性指数随海拔升高呈现先降后升趋势, Peilow均匀性指数随海拔升高呈现下降趋势。

关键词: 喀斯特; 草地群落; 数量特征; 物种多样性

中图分类号: S812; Q948

文献标志码: A

文章编号: 1674-5906 (2011) 05-0849-06

随着生态环境不断变化, 喀斯特生态环境问题已成为生态学领域一大热点, 退化喀斯特生态系统恢复与重建亦成为该领域人们关注和研究的焦点^[1]。我国西南喀斯特地区, 生态环境脆弱, 人为活动影响剧烈, 植被破坏严重, 喀斯特生态系统退化问题严重^[2]。同时由于喀斯特地区自然条件恶劣、石多土少、山地多耕地少等因素导致喀斯特地区经济发展受限, 贫困现象严重, 致使人们不断对环资源进行掠夺式利用, 不断破坏现有生物资源, 导致生存环境日趋恶化, 生活更为贫困, 形成了恶性循环^[3-6]。因此, 喀斯特地区生态系统恢复不仅关系到生态安全问题, 同时也关乎到喀斯特地区平衡发展经济提高当地人民生活水平。另因贵州省喀斯特地区属长江、珠江上游地区, 是我国典型喀斯特区域之一, 地理位置较特殊, 其生态环境的优劣将直接影响到整个长江、珠江流域的生态安全。因此, 喀斯特地区植被研究仍是我国长江、珠江上游地区生态综合治理的重点。喀斯特地区植物生态系统的恢复已有相关研究报道, 但多集中在森林生态系统的恢复研究, 如恢复过程中的森林植被群落结构、森林土壤结构, 以及植物与环境之间的关系等方面^[7-10]。对喀斯特山地草地相关研究较少, 尤其是喀斯特山地草地植物群落研究鲜有报道。本研究旨在通过对喀斯特山地草地植被现状进行研究, 揭示喀

斯特山地草地植物群落数量特征、物种特性、以及物种丰富度、多样性、均匀度等特征, 以完善喀斯特山地草地现有植被资料, 为喀斯特山地草地植被恢复提供支持, 为发展喀斯特地区草地畜牧业奠定基础。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

研究区域位于云贵高原中段, 贵州省晴隆县境内 (图1)。地处 $25^{\circ}33' \sim 26^{\circ}11' N$, $105^{\circ}01' \sim 105^{\circ}25' E$, 土地总面积 $13.31 \text{万} \text{hm}^2$, 其中喀斯特面积占土地面积的55%。该地区属高原峡谷喀斯特地貌类型, 最高海拔 2025m , 最低海拔 543m , 地形起伏大, 具有山高、谷深、坡陡的特点, 大部分地带属二叠纪岩层风化而成的黄壤土^[11]。气候属北亚热带湿润季风气候区, 雨热同步, 其气候垂直分布差异明显, 谷地干热, 高山凉润, 四季分明, 具有“一山分四季, 十里不同天”的立体气候特点, 年均日照时数 1462h , 年降水量 $1500 \sim 1650 \text{mm}$, 年平均气温 $14^{\circ}C$, 无霜期 320d , 光热资源充足, 降水量丰富, 形成了多元化的生态类型^[12]。研究区域自然资源贫乏, 自然植被中乔木层发育欠佳, 灌草发育较好, 生态环境极为脆弱, 土壤贫瘠, 保水保肥能力差, 同时干旱、洪涝、冰雹等自然灾害频繁发生, 从而加剧了喀斯特岩溶地貌发育, 形成典型喀

基金项目: 国家牧草产业体系项目 (CARS-35); 贵州省农业科学院研究生科研创新基金项目 (黔农科合[创新基金]2010010号); 贵州省科技计划项目 (黔科合 NY 字[2010]3045号)

作者简介: 张文 (1982年生), 女, 助理研究员, 主要从事草地生态研究。E-mail: zhangwen0708@163.com

*通信作者: 张建利 (1981年生), 男, 博士研究生, 主要从事植物生态与喀斯特退化森林生态系统恢复方向研究。E-mail:

zhangjl-z@163.com

收稿日期: 2011-04-21

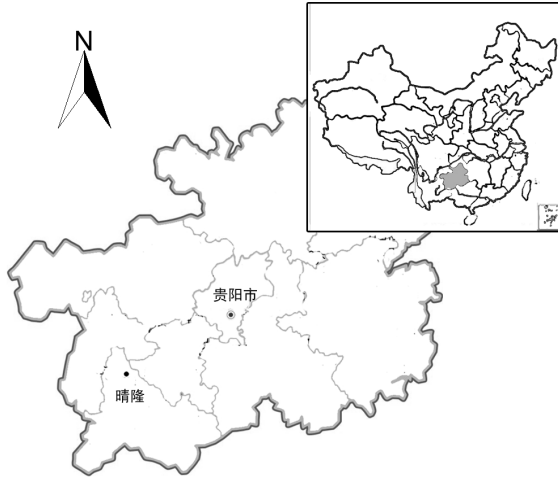


图1 研究样地

Fig.1 experiment sites

斯特地貌。

1.2 样地设置

2011年3月初,在贵州省晴隆县境内沿海拔梯度布设草地植物群落调查样点。根据西南喀斯特环境和植被状况等特征选择典型样地。分别在设样点 I (25°51'38.8"N, 105°10'50.1"E; 海拔 689 m; 坡向 S43°E; 坡度 48°)、样点 II (25°41'14.8"N, 105°11'08.3"E; 海拔 818 m; 坡向 N61°E; 坡度 36°)、样点 III (25°51'50.7"N, 105°11'52.4"E; 海拔 1021 m; 坡向 S25°E; 坡度 32°)、样点 IV (25°52'07.2"N, 105°10'54.5"E; 海拔 1136 m; 坡向 S58°E; 坡度 34°)、样点 V (25°51'36.8"N, 105°13'49.8"E; 海拔 1332 m; 坡向 N85°E; 坡度 46°), 共计 5 个调查样点 (如表 1 所示)。

表 1 研究样点描述

Table 1 Description of the plot sites

样点	地理坐标		海拔(m)	坡向	坡度
	N	E			
I	25°51'38.8"	105°10'50.1"	689	S43°E	48°
II	25°41'14.8"	105°11'08.3"	818	N61°E	36°
III	25°51'50.7"	105°11'52.4"	1021	S25°E	32°
IV	25°52'07.2"	105°10'54.5"	1136	S58°E	34°
V	25°51'36.8"	105°13'49.8"	1332	N85°E	46°

坡向采用象限角表示; 坡度采用坡脚表示

1.3 试验方法

采用典型样地法对喀斯特山地草地植物群落进行调查。分别在海拔 689 m、海拔 818 m、海拔 1021 m、海拔 1136 m、海拔 1332 m 设置调查样点。每个调查样点随机设置 100 cm×100 cm 具有代表性的典型喀斯特山地草地植物群落样方 15 个, 分别统计每个样方内的草地植物物种及每个种群的密度、频度、盖度及高度, 用于计算群落的物种多样性。

1.4 数据处理

调查数据统计分析与整理, 均采用 SPSS 13.0 软件和 Microsoft Office Excel 2003 软件完成, 采用 SPSS 13.0 对群落密度进行单因素方差分析, 采用 Microsoft Office Excel 2003 进行整理。

1.4.1 群落结构丰富度指数与多样性指数

采用丰富度指数、Simpson 多样性指数和 Shannon-Wiener 多样性指数对喀斯特山地草地植物群落进行分析, 计算公式为^[13-16]:

$$\text{丰富度指数: } R = \frac{S-1}{\ln N}$$

$$\text{Simpson 多样性指数: } D = 1 - \sum_{i=1}^s (p_i)^2$$

Shannon-Wiener 多样性 (信息指数) 指数:

$$H = -\sum_{i=1}^s (p_i \ln p_i)$$

式中, S 表示植被群落中种群数目, N 表示植被群落密度, P_i 为第 i 种群密度与群落密度之比。

1.4.2 种落分布均匀性指数

采用 Pielou 均匀性系数对喀斯特山地草地植物群落进行分析, 计算算式为^[13-16]:

$$\text{Pielou 均匀性指数: } E = \frac{H}{\ln S}$$

式中, H 表示 Shannon-Wiener 多样性指数, S 表示植被群落中种群数目。

2 结果与讨论

2.1 草地植物数量特征

喀斯特山地草地植物群落密度分析发现, 群落密度随海升高拔呈现逐渐增加趋势。样点 I 草地植物群落密度为 38.2 ± 2.7 丛(株)·m⁻²; 样点 II 草地植物群落密度为 62.5 ± 5.5 丛(株)·m⁻², 比样点 I 草地植被群落密度增加了 63.6%; 样点 III 草地植物群落密度为 80.0 ± 6.6 丛(株)·m⁻², 比样点 I 草地植被群落密度增加了 109.4%, 比样点 II 草地植被群落密度增加了 28.0%; 样点 IV 草地植物群落密度为 94.6 ± 10.7 丛(株)·m⁻², 比样点 I 草地植被群落密度增加了 147.6%, 比样点 II 草地植被群落密度增加了 51.3%, 比样点 III 草地植被群落密度增加了 18.3%; 样点 V 草地植物群落密度为 115.0 ± 4.0 丛(株)·m⁻², 比样点 I 草地植被群落密度增加了 201.0%, 比样点 II 草地植被群落密度增加了 84.0%, 比样点 III 草地植被群落密度增加了 43.8%, 比样点 IV 草地植被群落密度增加了 21.6% (表 2)。喀斯特山地草地植物群落密度单因素方差分析发现, 样点 I、样点 II、样点 III、样点 IV、样点 V 草地植物群落密度差异显著 ($F=20.600; P \leq 0.01$)。这一结果表明, 喀斯特山地草地植物群落密度受海拔影响较大, 但与植被垂直

地带性分布规律有一定差异,这是由于喀斯特山地局部小气候影响而形成的差异。

喀斯特山地草地植物种群密度分析发现(表2),样点I草地植物群落中金丝草(*Pogonatherum crinitum*)种群密度为 9.2 ± 4.0 丛(株) $\cdot m^{-2}$,占群落密度的24.1%,矛叶荩草(*Arthraxon lanceolatus*)种群密度为 5.8 ± 2.6 丛(株) $\cdot m^{-2}$,占群落密度的15.2%,扭黄茅(*Heteropogon contortus*)种群密度为 5.0 ± 2.6 丛(株) $\cdot m^{-2}$,占群落密度的13.1%,香茅(*Cymbopogon citratus*)、鼠尾粟(*Sporobolus fertilis*)、斑茅(*Saccharum arundinaceum*)、硬秆子草(*Capillipedium assimile*)、白茅(*Imperata cylindrica*)、狗尾草(*Setaria viridis*)、苔草(*Carex L.*)、大理苔草(*Carex taliensis*)、牡蒿(*Artemisia japonica*)、小白酒草(*Conyza Canadensis*)、酢浆草(*Oxalis corniculata*),种群密度共占群落密度的47.64%。

样点II草地植物群落中矛叶荩草种群密度为 11.8 ± 1.5 丛(株) $\cdot m^{-2}$,占群落密度的18.9%,鼠尾粟种群密度为 9.2 ± 2.6 丛(株) $\cdot m^{-2}$,占群落密度的14.7%,紫茎泽兰(*Eupatorium adenophorum*)种群密度为 13.0 ± 5.2 丛(株) $\cdot m^{-2}$,占群落密度的20.8%,金丝草、扭黄茅、香茅、硬秆子草、白茅、野青茅(*Deyeuxia arundinacea*)、刺芒野古草(*Arundinella setosa*)、东风草(*Blumea megacephala*)、香茶菜(*Rabdosia amethystoides*)、金佛山荚蒾(*Viburnum chinshanense*)、酢浆草、车桑子(*Dodonaea viscosa*)、石海椒(*Reinwardtia indica*)、杜荃山(*Maesa japonica*)种群密度共占群落密度的45.6%。

样点III草地植物群落中矛叶荩草种群密度为 11.6 ± 4.9 丛(株) $\cdot m^{-2}$,占群落密度的14.5%,扭黄茅种群密度为 23.4 ± 1.9 丛(株) $\cdot m^{-2}$,占群落密度的29.3%,香薷(*Elsholtzia ciliata*)种群密度为 16.6 ± 3.1 丛(株) $\cdot m^{-2}$,占群落密度的20.8%,鼠尾粟、硬秆子草、刺芒野古草、狗尾草、苔草、紫茎泽兰、牡蒿、小白酒草、千里光(*Senecio scandens*)、鬼针草(*Bidens pilosa*)、粉枝莓(*Rubus biflorus*)、西南菝葜(*Smilax bockii*)、白刺花(*Sophora davidii*)、爵床(*Rostellularia procumbens*)、车桑子种群密度共占群落密度的35.5%。

样点IV草地植物群落中金丝草种群密度为 16.6 ± 5.2 丛(株) $\cdot m^{-2}$,占群落密度的17.6%,矛叶荩草种群密度为 12.6 ± 2.5 丛(株) $\cdot m^{-2}$,占群落密度的13.3%,扭黄茅种群密度为 20.2 ± 5.4 丛(株) $\cdot m^{-2}$,占群落密度的21.35%,画眉草(*Eragrostis pilosa*)、香茅、鼠尾粟、苔草、紫茎泽兰、三脉紫菀(*Aster ageratoides*)、牡蒿、金樱子(*Rosa laevigata*)、粉

枝莓、香薷、白刺花、酢浆草、滇鼠刺(*Itea yunnanensis*)、地石榴(*Ficus tikoua Bur*)、车桑子、红叶木姜子(*Litsea rubescens*)、醉鱼草(*Buddleja lindleyana*)、西南凤尾蕨(*Pteris wallichiana*)种群密度共占群落密度的47.8%。

样点V草地植物群落中矛叶荩草种群密度为 18.2 ± 5.6 丛(株) $\cdot m^{-2}$,占群落密度的15.8%,扭黄茅种群密度为 18.4 ± 4.9 丛(株) $\cdot m^{-2}$,占群落密度的16.0%,莠竹(*Microstegium nudum*)种群密度为 23.4 ± 6.5 丛(株) $\cdot m^{-2}$,占群落密度的20.35%,鬼针草种群密度为 15.6 ± 4.3 丛(株) $\cdot m^{-2}$,占群落密度的13.6%,画眉草、香茅、鼠尾粟、狗尾草、皱叶狗尾草(*Setaria plicata*)、苔草、大理苔草、紫茎泽兰、牡蒿、小白酒、千里光、粉枝莓、火棘(*Pyracantha fortuneana*)、宜昌悬钩子(*Rubus ichangensis Hemsl*)、香薷、紫苏(*Perilla frutescens*)、珍珠菜(*Viburnum foetidum s*)、西南菝葜、萱草(*Hemerocallis fulva*)、白刺花、矩圆叶旌节花(*Stachyurus oblongifolius*)、大芽南蛇藤(*Celastrus*)、十大功劳(*Mahonia fortunei*)、竹叶椒(*Zanthoxylum planisepium*)种群密度共占群落密度的34.3%。

这一结果表明,喀斯特山地草地植物群落中矛叶荩草和扭黄茅种群在数量上占优势,同时矛叶荩草和扭黄茅种群密度随海拔的升高呈现出增加趋势,但在群落中的比例没有明显的变化规律。在海拔和坡向综合因素分析中发现,矛叶荩草种群密度在群落中的比例随海拔的升高呈现出下降趋势;而扭黄茅种群密度在群落中的比例随海拔的升高呈现出升高趋势。

2.2 草地植物群落种类结构特征

对隆喀斯特山地草地植物群落科、种分析中发现,喀斯特山地草地群落包含22个科,49种植物,其中禾本科(Gramineae)14种,占草地群落植物种类的28.6%;菊科(Compositae)7种,占草地群落植物种类的14.3%;蔷薇科(Rosaceae)4种,占草地群落植物种类的8.2%;唇形科(Labiatae)3种,占草地群落植物种类的6.1%;莎草科(Cyperaceae)、忍冬科(Caprifoliaceae)、百合科(Liliaceae)、豆科(Leguminosae)、酢浆草科(Oxalidaceae)、虎耳草科(Saxifragaceae)、旌节花科(Stachyuraceae)、爵床科(Acanthaceae)、桑科(Moraceae)、卫矛科(Celastraceae)、无患子科(Sapindaceae)、小檗科(Berberidaceae)、亚麻科(Linaceae)、芸香科(Rutaceae)、樟科(Lauraceae)、紫金牛科(Myrsinaceae)、醉鱼草科(Buddlejaceae)、凤尾蕨科(Pteridaceae)植物种类共占草地群落植物种类的42.8%(表2)。

表2 喀斯特山地草地植物种群密度特征
Table 2 The plant community density trait of karst mountain grassland vegetation

科	植物名称	生活型	植被密度(平均值±标准误; 丛(株)·m ⁻²)					F	P
			样点 I	样点 II	样点 III	样点 IV	样点 V		
植物种数	49		14	17	18	21	28		
	植被总密度		38.2±2.7	62.5±5.5	80.0±6.6	94.6±10.7	115.0±4.0	20.600	<0.01
禾本科 Gramineae	金丝草 <i>Pogonatherum crinitum</i>	P	9.2±4.0	4.8±3.1	—	16.6±5.2	—	4.662	<0.01
禾本科 Gramineae	矛叶荩草 <i>Arthraxon lanceolatus</i>	P	5.8±2.6	11.8±1.5	11.6±4.9	12.6±2.5	18.2±5.6	1.382	0.276
禾本科 Gramineae	画眉草 <i>Eragrostis pilosa</i>	A	—	—	—	3.8±1.1	5.6±3.4	2.705	0.06
禾本科 Gramineae	扭黄茅 <i>Heteropogon contortus</i>	P	5.0±2.6	5.4±2.5	23.4±1.9	20.2±5.4	18.4±4.9	5.378	<0.01
禾本科 Gramineae	香茅 <i>Cymbopogon citratus</i>	P	1.8±1.8	1.8±1.1	—	1.4±0.4	6.8±4.3	1.422	0.263
禾本科 Gramineae	鼠尾粟 <i>Sporobolus fertilis</i>	P	2.2±2.2	9.2±2.6	2.4±1.0	0.8±0.5	2.4±2.4	2.956	<0.05
禾本科 Gramineae	斑茅 <i>Saccharum arundinaceum</i>	P	2.2±0.4	—	—	—	—	—	—
禾本科 Gramineae	硬秆子草 <i>Capillipedium assimile</i>	P	1.8±0.4	0.6±0.4	0.3±0.2	—	—	8.566	<0.01
禾本科 Gramineae	白茅 <i>Imperata cylindrica</i>	P	0.6±0.6	4.4±2.0	—	—	—	4.163	<0.05
禾本科 Gramineae	野青茅 <i>Deyeuxia arundinacea</i>	P	—	5.8±2.6	—	—	—	—	—
禾本科 Gramineae	刺芒野古草 <i>Arundinella setosa</i>	P	—	1.6±1.2	7.0±4.4	—	—	2.257	0.099
禾本科 Gramineae	狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	A	0.2±0.2	—	6.2±3.8	—	4.4±2.2	2.208	0.105
禾本科 Gramineae	莠竹 <i>Microstegium nudum</i>	A	—	—	—	—	23.4±6.5	—	—
禾本科 Gramineae	皱叶狗尾草 <i>Setaria plicata</i>	P	—	—	—	—	0.4±0.2	—	—
莎草科 Cyperaceae	苔草 <i>Carex L.</i>		1.0±1.0	—	1.4±1.0	6.4±3.6	1.6±0.7	2.060	0.124
莎草科 Cyperaceae	大理苔草 <i>Carex taliensis</i>	P	1.2±1.2	—	—	—	1.8±1.4	1.098	0.385
菊科 Compositae	紫茎泽兰 <i>Eupatorium adenophorum</i>	P	—	13.0±5.2	0.4±2.4	3.0±3.0	2.2±2.2	3.436	<0.05
菊科 Compositae	三脉紫菀 <i>Aster ageratoides</i>	P	—	—	—	9.2±5.9	—	—	—
菊科 Compositae	牡蒿 <i>Artemisia japonica</i>	P	3.2±1.2	—	1.8±0.4	0.6±0.6	1.6±0.7	3.016	<0.05
菊科 Compositae	小白酒草 <i>Conyza Canadensis</i>	P	2.8±1.2	—	1.6±1.0	—	1.6±1.6	1.395	0.271
菊科 Compositae	东风草 <i>Blumea megacephala</i>	S	—	0.06±0.04	—	—	—	—	—
菊科 Compositae	千里光 <i>Senecio scandens</i>	P	—	—	0.4±0.2	—	1.0±0.4	3.692	<0.05
菊科 Compositae	鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	A	—	—	0.8±0.8	—	15.6±4.3	12.383	<0.01
蔷薇科 Rosaceae	金樱子 <i>Rosa laevigata</i>	S	—	—	—	0.2±0.2	—	—	—
蔷薇科 Rosaceae	粉枝莓 <i>Rubus biflorus</i>	S	—	—	2.4±1.5	0.2±0.2	1.4±1.0	1.748	0.179
蔷薇科 Rosaceae	火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i>	S	—	—	—	—	0.06±0.04	—	—
蔷薇科 Rosaceae	宜昌悬钩子 <i>Rubus ichangensis Hemsl</i>	S	—	—	—	—	1.0±0.6	—	—
唇形科 Labiatae	香薷 <i>Elsholtzia ciliata</i>	A	—	—	16.6±3.1	4.4±3.1	6.0±1.7	10.454	<0.01
唇形科 Labiatae	香茶菜 <i>Rabdosia amethystoides</i>	S	—	0.8±0.8	—	—	—	—	—
唇形科 Labiatae	紫苏 <i>Perilla frutescens</i>	A	—	—	—	—	0.2±0.2	—	—
忍冬科 Caprifoliaceae	金佛山荚蒾 <i>Viburnum chinshanense</i>	S	—	0.06±0.04	—	—	—	2.667	0.062
忍冬科 Caprifoliaceae	珍珠荚蒾 <i>Viburnum foetidum</i>	S	—	—	—	—	0.008±0.008	—	—
百合科 Liliaceae	西南菝葜 <i>Smilax bockii</i>	S	—	—	0.6±0.4	—	0.008±0.005	2.235	0.102
百合科 Liliaceae	萱草 <i>Heimerocallis fulva</i>	P	—	—	—	—	1.2±1.0	—	—
豆科 Leguminosae	白刺花 <i>Sophora davidii</i>	S	—	—	1.1±0.3	3.0±1.3	1.1±0.3	4.158	<0.05
酢浆草科 Oxalidaceae	酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>	P	1.2±0.8	1.4±1.4	—	1.0±0.8	—	0.706	0.597
虎耳草科 Saxifragaceae	滇鼠刺 <i>Itea yunnanensis</i>	S	—	—	—	0.2±0.2	—	—	—
旌节花科 Stachyuraceae	矩圆叶旌节花 <i>Stachyurus oblongifolius</i>	S	—	—	—	—	0.008±0.008	—	—
爵床科 Acanthaceae	爵床 <i>Rostellularia procumbens</i>	A	—	—	0.6±0.4	—	—	—	—
桑科 Moraceae	地石榴 <i>Ficus tikoua Bur</i>	P	—	—	—	3.0±0.7	—	—	—
卫矛科 Celastraceae	大芽南蛇藤 <i>Celastrus</i>	S	—	—	—	—	0.2±0.2	—	—
无患子科 Sapindaceae	车桑子 <i>Dodonaea viscosa</i>	S	—	1.1±0.07	1.4±0.2	1.4±0.5	—	8.212	<0.01
小檗科 Berberidaceae	十大功劳 <i>Mahonia fortunei</i>	S	—	—	—	—	0.02±0.02	—	—
亚麻科 Linaceae	石海椒 <i>Reinwardtia indica</i>	S	—	0.6±0.6	—	—	—	—	—
芸香科 Rutaceae	竹叶椒 <i>Zanthoxylum planisepium</i>	S	—	—	—	—	0.008±0.008	—	—
樟科 Lauraceae	红头木姜子 <i>Litsea rubescens</i>	S	—	—	—	0.2±0.2	—	—	—
紫金牛科 Myrsinaceae	杜茎山 <i>Maesa japonica</i>	S	—	0.02±0.02	—	—	—	—	—
醉鱼草科 Buddlejaceae	醉鱼草 <i>Buddleja lindleyana</i>	S	—	—	—	6.0±4.1	—	—	—
凤尾蕨科 Pteridaceae	西南凤尾蕨 <i>Pteris wallichiana</i>	P	—	—	—	0.4±0.4	—	—	—

“—”表示该样点中没有该种植物; “P”表示多年生物种(perennial herbage); “A”表示一年生物种(annual herbage); “S”表示灌木(shrubbery)

样点 I 草地群落共14种植物, 其中禾本科9种, 占草地群落植物种类的64.3%; 菊科2种, 占草地群落植物种类的14.3%。样点 II 草地群落中共17种植物, 其中禾本科9种, 占草地群落植物种类的52.9%;

菊科2种, 占草地群落植物种类的11.8%; 唇形科1种, 占草地群落植物种类的5.9%; 样点 III 草地群落中共18种植物, 其中禾本科6种, 占草地群落植物种类的33.3%; 菊科5种, 占草地群落植物种类的

27.8%；蔷薇科1种，占草地群落植物种类的5.6%；唇形科1种，占草地群落植物种类的5.6%。样点IV草地群落中共21种植物，其中禾本科6种，占草地群落植物种类的28.6%；菊科3种，占草地群落植物种类的14.3%；蔷薇科2种，占草地群落植物种类的9.5%；唇形科1种，占草地群落植物种类的4.8%。样点V草地群落中共28种植物，其中禾本科8种，占草地群落植物种类的28.6%；菊科5种，占草地群落植物种类的17.9%；蔷薇科3种，占草地群落植物种类的10.7%；唇形科2种，占草地群落植物种类的7.1%。

这一结果表明，喀斯特山地草地植物群落以禾本科、菊科、蔷薇科、唇形植物为主。其中禾本科植物种类比例随海拔升高呈现出下降趋势，而菊科、蔷薇科、唇形科植物种类比例呈现出升高趋势。

2.3 草地植被群落物种丰富度、多样性及均匀性

喀斯特山地草地植物群落丰富度分析发现，群落丰富度指数随海拔升高呈逐渐增加趋势（表3）。样点I草地植物群落丰富度为3.569；样点II草地植物群落丰富度为3.869；样点III草地植物群落丰富度为3.880；样点IV草地植物群落丰富度为4.396；样点V草地植物群落丰富度为5.690；。

表3 喀斯特山地草地植物群落丰富度指数、多样性指数、均匀性指数

Table 3 The Richness index, diversity index and evenness index of the karst mountain grassland vegetation community

样方	R	D	H	E
I	3.569	0.875	2.317	0.878
II	3.869	0.870	2.257	0.797
III	3.880	0.833	2.144	0.742
IV	4.396	0.880	2.395	0.787
V	5.690	0.878	2.430	0.729

表中 R 表示丰富度指数；D 表示 Simpson 多样性指数；H 表示 Shannon-Wiener 多样性指数；E 表示均匀性指数。

喀斯特山地草地植物群落物种多样性分析发现，群落多样性指数随海拔升高呈现出先降低后升高的趋势（表3）。样点I草地植物群落 Simpson 多样性指数为0.875，Shannon-Wiener 多样性指数为2.317；样点II草地植物群落 Simpson 多样性指数为0.870，Shannon-Wiener 多样性指数为2.257；样点III草地植物群落 Simpson 多样性指数为0.833，Shannon-Wiener 多样性指数为2.144；样点IV草地植物群落 Simpson 多样性指数为0.880，Shannon-Wiener 多样性指数为2.395；样点V草地植物群落 Simpson 多样性指数为0.878，Shannon-Wiener 多样性指数为2.430

喀斯特山地草地植物群落均匀性分析发现，群落均匀性指数随海拔升高呈下降趋势（表3）。样

点I草地植物群落均匀度为0.878；样点II草地植物群落丰富度为0.797；样点III草地植物群落丰富度为0.742；样点IV草地植物群落丰富度为0.787；样点V草地植物群落丰富度为0.742；

这一结果表明，喀斯特山地草地植物群落丰富度指数随海拔升高逐渐增加，Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数随海拔升高呈现先降后升趋势，Peilow 均匀性指数随海拔升高呈现下降趋势。

3 结论

3.1 喀斯特山地草地植物群落密度随海拔升高逐渐增加（ $F=20.600; P \leq 0.01$ ），喀斯特山地草地植物群落密度受海拔影响较大。草地植物群落中矛叶荩草和扭黄茅种群在数量上占优势，同时矛叶荩草和扭黄茅种群密度随海拔的升高呈现出增加趋势。矛叶荩草种群密度在群落中的比例随海拔的升高呈下降趋势；而扭黄茅种群密度在群落中的比例随海拔的升高呈升高趋势。

3.2 喀斯特山地草地植物群落以禾本科、菊科、蔷薇科、唇形科植物为主，其中禾本科植物种类比例随海拔升高呈现出下降趋势，而菊科、蔷薇科、唇形科植物种类比例呈现出升高趋势。

3.3 喀斯特山地草地植物群落丰富度指数随海拔升高逐渐增加，Simpson多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数随海拔升高呈现先降后升趋势，Peilow 均匀性指数随海拔升高呈现下降趋势。

参考文献：

[1] 杨华斌, 韦小丽, 党伟. 黔中喀斯特植被不同演替阶段群落物种组成及多样性[J]. 山地农业生物学报, 2009, 28(3): 203-207.
YANG Huabin, WEI Xiaoli, DANG Wei. Species composition and diversity variations at different succession stages of karst vegetation in central Guizhou[J]. Journal of Mountain Agriculture and Biology, 2009, 28(3): 203-207.

[2] 樊云龙, 熊康宁, 苏孝良, 等. 喀斯特高原不同植被演替阶段土壤动物群落特征[J]. 山地学报. 2010(2): 226-233.
FAN Yunlong, XIONG Kangning, SU Xiaoliang, et al. Research on soil fauna community characteristics at different vegetation successions in the karst plateau of Guizhou Province[J]. Journal of Mountain Science, 2010(2): 226-233.

[3] 陈志辉, 王克林, 陈洪松, 等. 喀斯特环境移民迁出区植物多样性研究[J]. 中国生态农业学报. 2008(3): 723-727.
CHEN Zhihui, WANG Kelin, CHEN Hongsong, et al. Plant diversity during natural recovery process of vegetation in karst environmental emigrant areas[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2008, 16(3): 723-727

[4] 龙忠富, 唐成斌, 杨义成. 草本植物在石漠化综合治理与可持续发展中的作用探讨[J]. 贵州农业科学. 2005: 69-71.
LONG Zhongfu, TANG Chengbing, YANG Yicheng. Discussion on the effect of herbage in the comprehensive administration and the sustainable development in the karst area[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2005, 33(supplement): 69-71.

- [5] 陈武, 任明强, 芦正艳, 等. 贵州典型喀斯特区土壤地球化学特征研究[J]. 中国岩溶. 2010(3): 246-252.
CHEN Wu, REN Mingqiang, LU Zhengyan, et al. Research on the property of soil geochemistry in typical karst area in guizhou province[J]. Carsologica Sinica, 2010, 29(3): 246-252.
- [6] 安宏锋, 安裕伦, 袁士聪, 等. 贵州省石漠化敏感性的动态演变与模拟预测[J]. 中国农学通报. 2010(13): 388-395.
An Hongfeng, An Yulun, Yuan Shicong, et al. The dynamic change and simulation and prediction of sensitivity of the karst rocky desertification of gulzhou [J]. Agricultural Science Bulletin, 2010, 26(13): 388-395.
- [7] 喻理飞, 朱守谦, 叶镜中, 等. 退化喀斯特森林自然恢复评价研究[J]. 林业科学. 2000(6): 12-19.
YU Lifei, ZHU Shouqian, WEI Luming, et al. A study on evaluation of natural restoration for degraded karst forest[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2000, 36(6): 12-19.
- [8] 杨瑞, 喻理飞. 黔中退化喀斯特森林恢复过程中早期群落结构分析[J]. 贵州科学. 2004(3): 44-47.
YANG Rui, YU Lifei. A study on structure of primary stages community in restoration process of degraded karst forest comunity in central Guizhou[J]. Guizhou Science, 2004, 22(3): 44-47.
- [9] 魏媛, 张金池, 俞元春, 等. 贵州高原退化喀斯特森林恢复过程中土壤微生物生物量碳、微生物熵的变化[J]. 农业现代化研究. 2009(4).
WEI Yuan, ZHANG Jinchu, YU Yuanchun, et al. Changes of Soil Microbial Biomass C and qSMBC during Degraded Karst Forest Restoration in Guizhou Plateau[J]. Research of Agricultural Modernization, 2009, 30(4): 487-490.
- [10] 喻理飞, 朱守谦, 祝小科, 等. 退化喀斯特森林恢复评价和修复技术[J]. 贵州科学. 2002(1): 7-13.
YU Lifei, ZHU Shouqian, ZHU Xiaoke, et al. A study on evaluation of restoration and remedy technology of degraded karst forest[J]. Guizhou Science, 2002, 20(1): 7-13.
- [11] 李灿, 罗海波, 王思砚, 等. 信息熵在土地利用战略选择中的应用研究:以贵州省晴隆县为例[J]. 贵州农业科学. 2009(10): 246-249.
LI Can, LUO Haibo, WANG Siyan, et al. Application of information entropy in strategy selection of land utilization in qinglong county[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2009, 37(10): 246-249.
- [12] 席翠玲, 李向林, 万里强, 等. 亚热带山区草地农业系统分析——以贵州省晴隆县为例[J]. 草业学报. 2010(2): 14-20.
XI Guiling, LI Xianglin, WAN Liqiang, et al. An analysis on Agro-grassland farming systems in subtropical mountainous areas: a case study in Qinglong county, Guizhou province[J]. Acta Prataculturae Sinica, 2010, 19(2): 14-20.
- [13] 张金屯. 数量生态学[M]. 科学出版社, 2004.
ZHANG Jintun. Quantitative Ecology[M]. Beijing: Science press, 2004
- [14] 李博. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
LI Bo. Ecology[M]. Beijing: Higher Education press, 2000.
- [15] 孙儒泳, 李庆芬, 牛翠娟, 等. 基础生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
SUN Ruyong, LI Qingfen, NIU Cuijuan, et al. Basic Ecology[M]. Beijing: Higher Education press, 2002.
- [16] 覃林. 统计生态学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2010.
QIN Lin. Statistical Ecology[M]. Beijing: China Forestry Press, 2010.

The plant community species quantity trait and diversity analysis of the Karst mountain grassland

ZHANG Wen¹, ZHANG Jianli², MO Bentian¹, AN Mingtai², WANG Puchang¹, ZHANG Jianbo¹

1. Guizhou Institute of Prataculture, Guiyang 550006, China;

2. Forest College, Guizhou University, Guiyang 550025, China

Abstract: This study was conducted to investigate the community of the typical Karst mountain grassland community in Guizhou Province, which is contrary to quantitative characteristics of community, species traits, and Species richness, diversity index, evenness index trait in different altitudes and slopes using a standard plot survey way. The results show that: (1) The grassland plant community density increases significantly from lower to higher altitude in karst mountain ($F=20.600$; $P \leq 0.01$). *Heteropogon contortus* (Poaceae) and *Arthraxon lanceolatus* (Poaceae) are dominated in quantity in the grassland community, and the population density of them show a trend of rising with the increasing of the altitude; however, the proportion density rate of *Heteropogon contortus* (Poaceae) in the grassland vegetation community show a decreasing trend while *Arthraxon lanceolatus* (Poaceae) on the contrary. (2) The grassland community in the karst mountain is determined by Gramineae, Compositae, Rosaceae, and Labiatae. The rate of Gramineae is increasing with the altitude upward while the other three on the contrary. (3) By analyzing the richness index of the grassland community increase gradually from lower to higher altitude in karst mountain. Besides, Peilow evenness index increase gradually and Simpson, Shannon-Wiener diversity index decrease first and then ascend.

Key word: Karst; grassland community; quantity trait; species diversity