

徐海峰,邵峰,胡庆贺,等. 不同管理方式对贵州省龙里草原植被生物量及固碳能力的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):443-445.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.137

# 不同管理方式对贵州省龙里草原植被生物量及固碳能力的影响

徐海峰<sup>1</sup>,邵峰<sup>2</sup>,胡庆贺<sup>1</sup>,保莎<sup>1</sup>,龚记熠<sup>1</sup>,张宇斌<sup>1</sup>,刘伦贤<sup>1</sup>,乙引<sup>1</sup>

(1. 贵州师范大学生命科学学院/贵州省植物生理与发育调控重点实验室,贵州贵阳 550001; 2. 贵州省修文县农业局,贵州贵阳 550200)

**摘要:**以贵州省龙里喀斯特典型暖性草原为试验样地,研究不同管理方式对该地区草原植被生物量、固碳能力的影响,以期对喀斯特地区草地的合理利用与管理提供依据。结果表明,封育管理的地上部分生物量、地下部分生物量、凋落物生物量均最高,不封育管理最低( $P < 0.05$ );不同土层深度间的地下部分生物量变化不一致。当土层剖面深度为 0~5 cm 时,封育管理的地下部分生物量最高,不封育管理最低;土层剖面深度为 5~10 cm 时,生物量与 0~5 cm 时恰恰相反。对于植被碳密度,封育管理高于刈割管理与不封育管理,三者的碳密度分别为 696.56、584.25、569.85 g/m<sup>2</sup>。封育管理方式下草地的固碳能力高于刈割管理 19.2%、高于未封育管理 22.2%,而刈割管理高于未封育管理 2.5%。为获得较高的碳密度、增强草地固碳能力,应当围栏封育并降低人类活动。

**关键词:**喀斯特暖性草地;管理方式;生物量;固碳能力;围栏封育

**中图分类号:** S812.29 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)10-0443-03

草地生态系统不仅是经济发展的重要资源,也提供许多工业技术难以替代的绿色工程,虽然草地生态系统的经济价值已被公认,但其强大的生态功能却常被忽略<sup>[1]</sup>。据不完全统计,草地中储存的碳约占陆地生态系统的 12.7%,其中 90% 储存在土壤中<sup>[2]</sup>,草地特殊的生理作用使其对碳的分解速率相对较慢,碳汇功能十分明显<sup>[3]</sup>。我国草地分为北方草地、南方草地。学者对北方草地进行了大量研究,而关于南方草地的研究相对较少,且主要集中于草地的调查、开发、利用<sup>[4-5]</sup>,对其固碳作用的研究较为少见。据不完全统计,草地生态系统的碳贮量为 308 Pg(1 Pg = 10<sup>15</sup> g),其中约 26 Pg 贮存在植被生物量中<sup>[6]</sup>;因此,植被碳贮量及其变化是影响草地生态系统碳循环的重要因素。草地生态系统地下部分是陆地生态系统碳分配与转化的核心部位,根系、土壤中的有机碳是陆地生态系统地下部分碳的重要组成部分,其周转动态决定着地下部分碳储量变化、净生态系统生产量<sup>[7-8]</sup>。

本研究分析了不同管理方式对贵州省喀斯特地区草地生物量、固碳能力的影响,以期为该地区草地资源的合理利用提供依据。在全球气候变暖的背景下,研究草地生态系统的植物生物量动态规律和固碳能力,对于深入了解草地生态系统的结构、功能、利用价值具有深远意义。

## 1 研究区概况

研究区位于黔中腹地龙里县龙里草原乡,26°21'3.56" N、106°53'26.16" E,海拔为 1 596 m,是贵州省典型的喀斯特暖性草地。该地区为中低山丘陵地貌,因流水侵蚀造成沉积岩广布,以地带性黄壤、黄红壤为主。该地区属于中亚热带湿润季风气候,年均降水量 1 158.5 mm、年均气温 14.7℃、极端最高气温 35.0℃、极端最低气温 -3.0℃、积温 4 274.0~4 574.6℃,具有立体气候明显、热量充足、干湿二季分明的特点。研究地的优势种有灯心草(*Juncus effusus* L.)、伴生种野古草(*Arundinella anomala* Steud)、画眉草(*Eragrostis pilosa*)、早熟禾(*Poa annua* L.)、牛筋草[*Eleusine indica* (L.) Gaertn.]、狗牙根[*Cynodon dactylon* (Linn.) Pers.]、白车轴草(*Trifolium repens* L.)、白羊草[*Bothriochloa ischcemum* (L.) Keng]等。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 样地设置与调查

为探讨不同管理方式对同一草地植被生物量、碳储量空间差异性的影响,选取 2 年以上同类型处理设置的 3 块 80 m×20 m 永久性固定监测样地,分别实施封育处理、不封育处理、刈割处理。该草地是典型的南方喀斯特暖性草地,所选样地植被群落类型为灯心草草甸,地势平坦,植被整齐均一,受地形和植被差异的影响较小。

### 2.2 植被地上层活体与凋落物生物量测定

在基础样地中随机选取 5 个采样点(1 m×1 m),分别于植物生长季 5 月 10 日(植被返青期)、7 月 13 日(植被生长期)、9 月 10 日(植被生长高峰期)、12 月 10 日(植被凋亡期)采用切割法收集所有草地上部活体生物量,并用镊子收集地上凋落物,于 40℃ 恒温箱内烘干后测其生物量。

收稿日期:2015-04-22

基金项目:贵州省科技计划(编号:黔科合计 Z 字[2011]4005 号、黔科合 SY 字[2012]3180 号);“云南-湖南-贵州”草地固碳现状、速率和潜力(编号:XDA0505040705)。

作者简介:徐海峰(1987—),男,硕士研究生,主要从事植物生理生态研究。E-mail:820688421@qq.com。

通信作者:乙引,博士,教授,主要从事生物化学及植物生理生态研究。E-mail:yyin@gznu.edu.cn。

### 2.3 植被根系生物量测定

利用钻土心法<sup>[9]</sup>测定活根生物量。为减轻对研究区草地生境的破坏,于植物的返青期、生长高峰期利用内径 7 cm 的根钻在不同处理样方内随机钻取 5 个 10 cm 的土柱,土柱分为 0~5 cm、5~10 cm。按顺序分别放置各层土壤,用清水清洗并用镊子挑出可见根系,烘干后测其生物量。

### 2.4 碳含量测定

将样品带回实验室进行相关处理,用粉碎机将样品打碎并保存。采用干烧法,使用元素分析仪(elementar analysensysteme GmbH)在 CNSO 模式下测定样品的碳含量。

### 2.5 植被碳密度的计算

草地植被分为地上层、根系 2 个部分,地上层指地面以上的植被部分。草地植被碳密度(grassland biomass carbon density, GBCD)由特定植被的生物量与其测得的碳含量相乘得到<sup>[10]</sup>,其估算公式为:  $GBCD = \alpha \times M$ 。式中:  $GBCD$  为碳密度( $g/m^2$ ),  $M$  为地上部分或地下部分的生物量( $g/m^2$ ),  $\alpha$  为生物量中有机碳含量。本研究全部采用实测值。

### 2.6 数据分析方法

采用单因素方差分析(One - Way ANOVA)探讨不同管理方式下草地植被生物量及固碳能力间的差异,采用 LSD 进行多重比较,采用 SPSS 21.0、Sigmaplot 软件进行数据分析。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同管理方式下植被群落外貌特征的变化

植物群落结构可通过其高度、盖度加以反映<sup>[11-12]</sup>。不同管理方式下的植被群落高度依次为:封育(35.00 cm) > 刈割(25.25 cm) > 未封育(19.13 cm) ( $P < 0.05$ ),放牧、人为等因素的影响致使未封育植被群落高度最低<sup>[13]</sup>。不同管理方式对植被群落盖度无显著影响(图 1)。

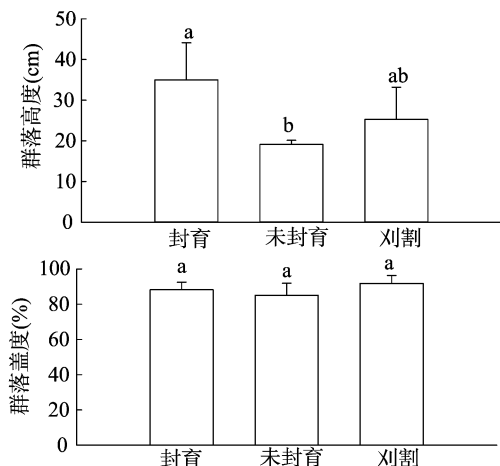


图1 不同管理类型草地群落的外貌特征

### 3.2 不同管理方式对喀斯特地区草地地上生物量的影响

3.2.1 对植被地上活体生物量的影响 在植被生长的各个时期,不同管理方式对植被活体生物量的影响均显著。在植被生长高峰期,封育植被活体生物量最高,刈割管理次之。封育管理使放牧、人类活动无法对植被造成干扰,因此封育植被活体生物量最高,甚至高达未封育管理的 2 倍。不同管理方式对凋落物生物量几乎无影响(图 2)。

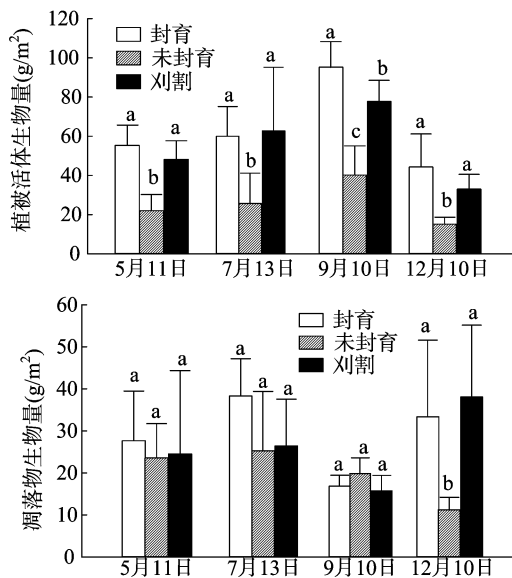


图2 不同管理方式下植被地上生物量

3.2.2 对植被生物量积累的影响 在生长期,刈割管理的植被生物量积累最多。刈割处理使早熟禾、白车轴草等喜阳草种从返青期开始便可获得充足的阳光,活体生物量得以稳步增长。封育处理使凋落物堆积较厚,喜阳草种无法获得充足的阳光从而生长缓慢;在 7—8 月,这些喜阳植物已生长至一定高度,可充分吸收阳光并快速生长,因此生长季高峰期的生物量较高。

### 3.3 不同管理方式对地下生物量的影响

草地生态系统在全球碳循环中起着重要作用。据估计,全球草地生态系统中约 80% 的生物量碳储存在地下<sup>[14]</sup>。

在返青期,管理方式对 0~5 cm 土层生物量的影响不显著,但对 5~10 cm 土层生物量的影响较大 ( $P < 0.01$ );在生长季高峰期,管理方式对 0~5、5~10 cm 土层生物量的影响均较大 ( $P < 0.01$ ) (图 3)。3 种管理方式下,地下生物量均远远高于地上部分,这与部分学者的研究结论<sup>[14-15]</sup>相一致。

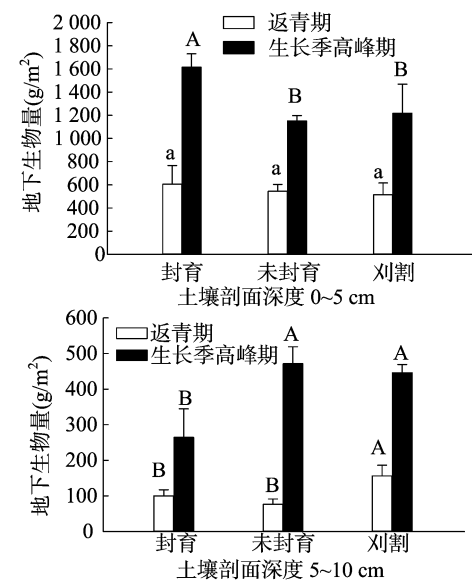
灯心草具有根茎横走、密生须根等特性,与其他草种相比,其根的生物量随土层剖面深度的增大而减少。因此,在植物的返青期、生长季高峰期,土层剖面深度为 5~10 cm 时,封育处理的地下生物量均小于其他处理;由于其他草种的有效生长,未封育、刈割处理的地下生物量也相对较高。

### 3.4 不同管理方式对植被固碳能力的影响

植被碳密度是地上层、地下层碳密度的和值,植被地上层碳密度包括植被活体碳密度、凋落物碳密度;植被地下层碳密度指植被根系碳密度。草地植被的固碳能力指单位面积草地植被地上层碳密度与地下层碳密度之和。

在封育、刈割、不封育 3 种管理方式下,草地植被的固碳能力分别为 696.56、584.25、569.85  $g/m^2$  (表 1)。其中,封育管理最高,分别比刈割管理、未封育管理高 19.2%、22.2%,而刈割管理比未封育管理高 2.5%。

3 种管理类型中,封育植被的活体固碳能力最大,占植被总固碳能力的 5.9%,刈割管理次之,占 4.7%。3 种管理类型中,未封育根系的固碳能力最大,占植被总固碳能力的 95.5%,刈割管理次之,占 94.2%。



柱上不同小写字母、大写字母分别表示处理间差异显著( $P<0.05$ )、极显著( $P<0.01$ )

图3 不同管理方式下植被地下生物量

表1 不同管理方式下草地植被的固碳能力

管理方式	植被地上层碳密度 (g/m <sup>2</sup> )		植被地下层碳密度 (g/m <sup>2</sup> )		植被总碳密度 (g/m <sup>2</sup> )
	植被活体	植被凋落物	0~5 cm	5~10 cm	
			植被根	植被根	
封育	41.03	7.02	557.55	90.96	696.56
刈割	27.26	6.87	404.62	145.50	584.25
未封育	17.31	8.26	396.16	148.12	569.85

#### 4 结论与讨论

3 个试验地中,封育管理几乎未受任何外界因素干扰,植被生长高峰期时生物量、碳密度均为最高,但由于其凋落物层堆积较厚,一些喜阳草种不能及时生长,仅优势草种灯心草及少部分伴生草种有效生长,因此其群落高度优势大,而群落盖度弱。封育管理在提高草地群落高度、植被生物量、固碳能力上具有明显优势,并能提高地上活体固碳能力的有效性。

刈割处理在返青期伴有早熟禾、白车轴草、画眉草等喜阳草种,它们获得充足阳光而有效生长,因此群落盖度优势较大,生长期的生物量积累最多。不封育处理受到外界的干扰因素较多,如人为破坏、牲畜践踏和取食等,仅有部分抗干扰能力强、适口性差、植株低矮但生长密集的草种,如狗牙根、牛筋草、白羊草等,因此其群落盖度与其他 2 种管理方式差异不大,但生长高峰期总生物量、固碳能力、生长期的生物量积累均较差。不封育处理使能量向根系转移,提高了植被根系固碳能力的有效性。

草地特殊的生理作用使其碳汇功能十分明显<sup>[3]</sup>,有研究者利用分形几何学的方法研究地上部生物量与株高的关系,发现植被地上部生物量与株高之间存在明显的分形关系<sup>[16-18]</sup>,而地上部生物量与群落高度是否存在分形关系有待进一步研究。由于贵州省喀斯特地区独特的自然地理环境<sup>[5,19-20]</sup>,使其固碳能力总体水平高于藏北高寒草地<sup>[10]</sup>、黄土高原草地<sup>[21]</sup>、内蒙古温带草地<sup>[18]</sup>等。为提高草地的生物

量、增强草地固碳能力,应适当进行围栏封育并减少人类活动,从而保护环境、恢复生态。

#### 参考文献:

- [1] 马建滨,都玉蓉. 科学管理草地生态系统对青海经济发展的重要性[J]. 草食家畜,2002(3):8-11.
- [2] Raich J W, Schlesinger W H. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate[J]. Tellus, 1992,44:81-99.
- [3] 李凌浩,陈佐忠. 草地生态系统碳循环及其对全球变化的响应 I. 碳循环的分室模型、碳输入与贮量[J]. 植物学通报,1998,15(2):14-22.
- [4] 任继周. 中国南方草地现状与生产潜力[J]. 草业学报,1999,12(增刊1):23-31.
- [5] 欧阳克蕙,王 堃. 中国南方草地开发现状及发展战略[J]. 草业科学,2006,23(4):17-22.
- [6] Houghton R A. Changes in the storage of terrestrial carbon since 1850 [M]//Lai R, Kimble J. Soils and global change. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1995:45-65.
- [7] Matamala R, Gonzàlez - Meler M A, Jastrow J D, et al. Impacts of fine root turnover on forest NPP and soil C sequestration potential[J]. Science, 2003,302(5649):1385-1387.
- [8] Sun X M, Li Y D. Colloidal carbon spheres and their core shell structures with noble - metal nanoparticles[J]. Angewandte Chemie International Edition, 2004,43(5):597-601.
- [9] 宇万太,于永强. 植物地下生物量研究进展[J]. 应用生态学报, 2001,12(6):927-932.
- [10] 常天军,王建林,李 鹏,等. 藏北高寒草地植被的碳密度与碳贮量[J]. 生态科学,2007,26(5):437-442.
- [11] 任继周. 草业科学研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1998:1-29.
- [12] Hodgson J. Variations in the surface characteristics of the sward and short - term rate at herbage in take by calves and lambs[J]. Grass and Forage Science, 1981,36:49-57.
- [13] 王德利,滕 星,王涌鑫,等. 放牧条件下人工草地植物高度的异质性变化[J]. 东北师大学报:自然科学版,2003,35(1):102-109.
- [14] Mokany K, Raison R J, Prokushkin A S. Critical analysis of root: shoot ratios in terrestrial biomes[J]. Global Change Biology, 2006,12(1):84-96.
- [15] 李连方,王 培,王警龙,等. 不同管理对山地草甸植物空间分布及生物量的影响[J]. 草地学报,2000,8(1):30-36.
- [16] 王 静,程积民,万惠娥,等. 厚穗宾草地上部生物量与株高的分形关系[J]. 西北植物学报,2005,25(8):1623-1627.
- [17] 秦佳梅,孙庆玲,郑晓娇. 苦碟子生物量与其株高的相关性分析[J]. 安徽农业科学,2010,38(21):11140-11141.
- [18] 马文红,韩 梅,林 鑫,等. 内蒙古温带草地植被的碳储量[J]. 干旱区资源与环境,2006,20(3):192-195.
- [19] 中国科学院生物学部. 关于加速开发南方草地资源的建议[J]. 中国科学院院刊,1997(4):258-260.
- [20] 吕世海. 我国南方草地资源现状及其发展前景[J]. 四川草原, 2005(6):37-41.
- [21] 程积民,程 杰,杨晓梅,等. 黄土高原草地植被碳密度的空间分布特征[J]. 生态学报,2012,32(1):226-237.