

## 封育措施对宁夏盐池半干旱沙地草场植被恢复的影响研究<sup>\*</sup>

边 振,张克斌,李 瑞,刘小丹

(北京林业大学 水土保持学院,北京 100083)

**摘 要:**采用样地调查法对盐池县 1991 年以来不同时期的老封育区、新封育区 and 对照区进行半干旱沙地草场的植被特征及其生物量比较研究。结果表明:对沙化草地实施封育后,群落组成发生了规律性变化,随着封育年限的增加,封育区内的物种多样性逐渐增加;老封育区、新封育区 and 对照区在植物盖度、高度和生物量上差异并不显著,老封育区植被则以多年生草本为主;从 3 种措施植被的饲用价值来看,新封育区植被的饲用价值高于老封育区,表明长期封育不利于提高草场的放牧利用价值。

**关键词:**生物多样性;生物量;沙地草场;封育;半干旱区

**中图分类号:**X171.4

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2008)05-0068-03

## Influence of Land Enclosure on Vegetations Recovery of Semi-arid Sandy Rangeland in Yanchi County, Ningxia

BIAN Zhen, ZHANG Ke-bin, LI Rui, LIU Xiao-dan

(College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** The vegetation features and biomass of sandy rangeland in semi-arid area of Yanchi county were studied by means of plot investigation methods since 1991. Three treatments were respectively old closed land, new closed land and contrast land of different periods. The results showed that community composition had varied regularly after enclosure and the plant diversity of the grassland community had increased as the enclosing time extended; the vegetation coverage, mean height and biomass in the three areas have no significant differences. The community in old enclosed land was dominated by perennials. In the view of palatability of plant composition, community of new enclosed has higher palatability than old enclosed, which proves partly that long-term enclosure can not increase grazing values for rangeland in semi-arid area.

**Key words:** biodiversity; bio-mass; sandy rangeland; land enclosure; semi-arid area

干旱半干旱区的草场退化目前已成为全球荒漠化的主要退化类型,而封育作为一种主要草场的恢复和重建措施已为世界各国所广泛采用。国内开展的许多封育措施对草场植被恢复影响的研究成果均表明,封育措施可以显著提高退化草场(原)的生产力,很明显封育措施主要是通过人为降低或完全排除牲畜对草场生态系统的影响使系统在自身的弹性下得以恢复和重建<sup>[1-4]</sup>,然而有关不同封育方式对草场植被的结构、组成以及生物量方面的研究尚不多见。笔者选择核心区、边缘区和外围区 3 种措施进行比较研究,确定 3 种措施植被特征和生物量间的差异,旨在反映围栏封育在沙化草地植被恢复中的作用,进而为沙化草地植被恢复提供理论依据,为制定科学合理的草场管理体系提供参考。

### 1 研究区概况

盐池县位于宁夏回族自治区东部,北纬 37°04' - 38°10', 东经 106°30' - 107°41'。北与毛乌素沙地相连,南靠黄土高原,在地理位置上属于一个典型的过渡地带,即自南向北,地

形上是从黄土高原向鄂尔多斯台地(沙地)过渡地带,气候上是从半干旱区向干旱区的过渡地带,植被上是从干草原向荒漠的过渡地带,资源利用上是从农区向牧区过渡地带。这种地理上的过渡性造成了盐池县自然条件资源的多样性和脆弱性特点。盐池县主要为剥蚀的准平原地形,地势南高北低,海拔 1 295 ~ 1 951 m,南北明显分为黄土丘陵和鄂尔多斯缓坡丘陵 2 大地貌单元。属于典型中温带大陆性气候,年均气温 8.1℃,极端最高温 34.9℃,极端最低温 - 24.2℃,年均无霜期 165 d;年降水量仅 250 ~ 350 mm,而且从南向北,从东南向西北递减。土壤类型以灰钙土为主,其次是黑垆土和风沙土,此外有黄土,少量的盐土、白浆土等。盐池县植被在区系上属于亚欧草原区亚洲中部亚区,中国中部草原区的过渡带。植被类型有灌丛、草原、草甸、沙地植被和荒漠植被,其中灌丛、草原、沙地植被数量较大,分布也广。盐池县内没有天然森林,只有少量人工林乔木林和大面积灌木林,其中包括北沙柳(*Salix psammophila*)灌丛,小叶锦鸡儿

<sup>\*</sup> 收稿日期:2008-01-07

基金项目:国家自然科学基金项目(30771764);国家林业局宁夏盐池荒漠化定位监测项目

作者简介:边振(1983-),男,硕士研究生,主要研究方向:荒漠化防治。E-mail:mushizh@163.com

通信作者:张克斌(1957-),男,博士,副教授,主要从事荒漠化防治及干旱区环境管理研究。E-mail:ctced@bjfu.edu.cn

(*Caragana microphylla*) 灌丛。草原分干草原和荒漠草原, 典型草原包括大针茅 (*Stipa grandis*)、长芒草 (*Stipa bungeana*)、冰草 (*Agropyron cristatum*)、百里香 (*Thymus serpyllum* var. *mongolicus*) 等类型, 群落中常见植物种类以旱生和中旱生类型为主。荒漠植被包括川青锦鸡儿 (*Caragana tibetica*)、猫头刺 (*Oxytropis aciphylla*)、西伯利亚白刺 (*Nitraria sibirica*) 和盐爪爪 (*Kalidium foliatum*)<sup>[5]</sup>。

2 研究方法

2.1 外业调查

研究区域选在盐池县的鄂尔多斯缓坡丘陵区, 即毛乌素沙地西南缘的柳杨堡乡, 距盐池县城 20 km。3 种处理方法即核心区、边缘区和外围区。核心区始于 1991 年第一批全国防沙治沙试验示范, 采用铁丝网围栏, 完全排除野生动物和家畜的采食。边缘区从 2002 年以来采取封育措施。外围区从 2002 年以来也采用了封育, 但还是受到了一些人为干扰和放牧的影响。3 种处理方式在一条直线上, 相距不远, 因此, 其自然条件也基本上相同。调查时间为 2007 年 7 月, 调查方法是在不同措施样地随机选择 30 个 1 m × 1 m 的小样方, 对其植物种的数量、高度、盖度及其地上部分生物量进行调查。

2.2 分析方法

2.2.1 重要值计算方法

重要值确定各群落的主要成分, 以区分不同群落。重要值的计算方法如下<sup>[6]</sup>:

重要值 = (相对多度 + 相对频度 + 相对盖度 + 相对高度 + 相对生物量) / 5

2.2.2 生物多样性测定

采用 Shannon-Wiener 指数<sup>[7]</sup> H 测定物种多样性。

$$H = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

采用 Simpson 指数<sup>[7]</sup> D 测定生态优势度。

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2$$

采用 Pielou 指数<sup>[7]</sup> E 测定群落均匀度。

$$E = (- \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i) / \ln(s)$$

式中:  $P_i = N_i / N$ ,  $P_i$ ——种  $i$  的相对重要值;  $N$ ——样带植物重要值总和;  $N_i$ ——样带中第  $i$  种植物的重要值;  $s$ ——样带的物种总数。

3 结果与分析

3.1 植被区系组成

在所调查的 30 个样方中, 共有植物 10 科 27 属 27 种, 其中菊科 6 属 6 种、藜科 2 属 2 种、豆科 7 属 7 种、禾本科 6 属 6 种、大戟科 1 属 1 种、萝藦科 1 属 1 种、远志科 1 属 1 种、旋花科 1 属 1 种、芸香科 1 属 1 种、紫葳科 1 属 1 种。3 种封育措施相比, 完全封育区包括 8 科 21 属 21 种, 季节封育区包括 8 科 20 属 20 种, 未封育区包括 5 科 10 属 10 种, 在 3 个主要科(菊科、豆科和禾本科)中, 未封育区的植物种数较完全封育区和季节封育区下降很多。3 个区共有的植物种为 2 种, 两区共有植物为 13 种, 1 区独有植物为 12 种<sup>[8]</sup>。

从植物密度来看, 完全封育区密度最大的种有小画眉草 (59.8 株/ m<sup>2</sup>)、刺沙蓬 (22.8 株/ m<sup>2</sup>) 和糙隐子草 (22.2 株/

m<sup>2</sup>)。季节封育区为狗尾草 (29.9 株/ m<sup>2</sup>)、小画眉草 (13.4 株/ m<sup>2</sup>) 和赖草 (13.2 株/ m<sup>2</sup>)。未封育区为刺沙蓬 (41.6 株/ m<sup>2</sup>)、黑沙蒿 (11.8 株/ m<sup>2</sup>)。

3.2 植物种生物多样性变化

物种多样性反映了群落种类组成结构水平和群落的稳定性, 物种多样性越高, 群落组成结构越复杂, 稳定性越高。从 3 种封育措施生物多样性指数的计算结果(图 1)来看, 物种多样性、生态优势度和群落均匀度变化趋势相同, 均为核心区 > 边缘区 > 外围区。由此可以看出, 随着封育时间的延长, 植物群落的构成趋于复杂, 物种多样性增加, 群落内物种数量分布不均匀, 优势种的地位越突出, 群落越处于不稳定状态。

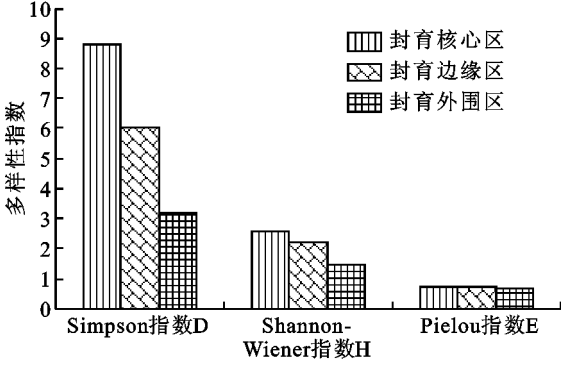


图 1 不同封育措施类型的多样性指数

3.3 植物群落特征

3.3.1 植物种的组成

从生活型组成看(表 1), 随着演替的进行, 生活型组成趋于多样化, 多年生植物的种类不断增加并占主要地位, 核心区、边缘区和外围区分别为 61.9 %, 57.89 %, 50.00 %。1 年生植物总的趋势是随着沙地围封年限的延长, 数量递减。多年生草本植物及灌木半灌木种数百分比均为核心区 > 边缘区 > 外围区, 说明随着封育时间的延长, 封育区逐渐趋于稳定。但核心区沙化草地围封到 16 a 时, 1 年生植物所占的比例仍然达 23.81 %, 说明沙化草地仍未恢复到相对稳定的亚顶级群落, 也说明草地沙化后植被的自然恢复是一个漫长而渐进的过程。从水分生态型来看, 3 种措施均以旱生为主。值得注意的是, 未封育措施中旱生的比例要高于核心区和边缘区。与此相应的是中生和中旱生植物所占的比例呈现相反的趋势, 特别是外围区中生植物的比例为 10.00 %, 明显低于核心区的 19.05 % 和边缘区的 21.05 %。

表 1 不同封育措施的植被特征及其所占比例 %

植被特征		核心区	边缘区	外围区
生活型	灌木(半灌木)	14.29	10.53	10.00
	多年生	61.90	57.89	50.00
	一年生	23.81	31.58	40.00
水分生态型	旱生	61.90	52.63	70.00
	中旱生	19.05	26.32	20.00
	中生	19.05	21.05	10.00

3.3.2 植被的盖度

在 3 种封育措施的群落中, 外围区的植被盖度为 69 %、边缘区为 54 %、核心区为 48 %, 核心区的植被盖度比外围区

的植被盖度低 30.43 % (表 2), 这一变化是由于随着围封年限的增加, 地表开始出现土壤或生物结皮限制了土壤水分的入渗, 植被盖度的增长趋势逐渐放缓, 这与王晓云等<sup>[9]</sup>、李新荣等<sup>[10]</sup>在毛乌素沙地的研究结论基本类似。

表 2 不同封育类型的植物群落特征

处理方式	植被盖度/ %	群落高度/ cm	生物量/ (kg · hm <sup>-2</sup> )
封育核心区	48	15	2572.5
封育边缘区	54	20	3198
封育外围区	69	23	3592.5

3.3.3 植被的高度变化

封育对沙化草地的草群平均高度具有一定的影响。封育核心区、边缘区和外围区平均高度分别为 15、20、23 cm, 三者间差异较大 (表 2), 说明对严重沙化草地实施封育, 由于植物群落组成结构发生变化, 高度可能减少。

3.3.4 群落的生物量变化

在 3 种封育措施的群落中, 核心区、边缘区和外围区地上部分生物量分别为 2 572.5、3 198、3 592.5 kg/hm<sup>2</sup>, 三者间存在显著差异 (表 2)。外围区的生物量明显高于边缘区和核心区。封育时间较长的样地, 地上生物量反而减少, 究其原因, 随着封育时间的延长, 土壤慢慢变得紧实, 植被主要以多年生植物为主, 植株扎根较深, 株型变大变粗, 地下生物量增加, 每年地上新生部分的生物量减少。因此对于封育一定年限的草场, 应适当利用, 否则, 长期封育将降低草场经济价值。

4 结论与讨论

(1) 从物种多样性计算结果来看, 核心区和边缘区 Simpson 指数 D 显著大于外围区, 表明封育有利于提高草地的生物多样性。灌木半灌木和多年生草本植物以及中生植物种类也显示相同趋势, 表明封育有利于草地向稳定的群落发展, 并改善了生境。

(2) 随着封育时间的增加, 外界干扰的减少, 植物群落的生物多样性有一定的差异, 但这种差异不显著, 表明长期的完全封育并不能显著提高群落的生物多样性。3 种封育措施中植被的生活型绝大部分为草本植物, 其中核心区以多年生为主, 但一年生的植物还占有很大比例。对沙化草地实施围栏封育不同年限后, 草地植被盖度、平均高度、地上生物量, 均有了不同程度的变化, 但这种差异不显著。这说明长期完全封育并不能显著改善半干旱沙地草场的植被生产力, 植被系统修复也是一个漫长的过程; 可见长期封育并不一定是干旱半干旱区退化植被恢复的最佳选择, 如何根据不同地区的实际情况, 制订一套科学合理的放牧制度, 将是今后一段时期研究的重点内容, 尤其是随着封育时间的延长, 地表结皮的逐渐形成及其对植被的影响则是其中主要课题。

(3) 根据草地生态系统的可持续性原理, 草地围封不应是无限期的, 封育期过长, 不利于牧草的正常生长和发育, 长期完全封育并不能显著改善半干旱沙地草场的植被生产力

及其放牧功能, 因此应适当予以利用。而季节性封育放牧可以有效地维持半干旱沙地草场的群落与牲畜放牧间的非平衡状态及草场的放牧价值。即使对在传统放牧自由放牧模式下退化的草场而言, 完全封育的时间也不宜过长。一旦草场已恢复了其自身的弹性, 就可进行季节性放牧, 从而逐步建立起植物生长和牲畜采食间的正反馈关系, 进一步开展半干旱区草场的非平衡态理论<sup>[11-15]</sup>研究。

参考文献:

[1] Middleton N J, Thomas D S G. World Atlas of Desertification[M]. London: Edward Arnold, 1998:5-12.

[2] Meissner R A, Facelli J M. Effects of sheep exclusion on the soil seed bank and annual vegetation in chenopods shrub lands of South Australia [J]. Journal of Arid Environments, 1999, 42:117-128.

[3] 李永宏. 内蒙古典型草原地带退化草原的恢复动态[J]. 生物多样性, 1995, 3(3):125-130.

[4] 杨晓晖, 张克斌, 侯瑞萍, 等. 封育措施对半干旱沙地草场植被群落特征及地上生物量的影响[J]. 生态环境, 2005, 14(5):730-734.

[5] 张克斌, 李瑞, 侯瑞萍, 等. 宁夏盐池县不同荒漠化治理措施植物多样性研究[J]. 中国水土保持科学, 2004, 2(4):66-72.

[6] 郑翠玲, 曹子龙, 赵廷宁, 等. 浑善达克沙地南缘农牧交错带弃耕地植被的演替规律[J]. 中国水土保持科学, 2005, 3(1):72-76.

[7] 马克平, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法: 多样性的测度方法(下)[J]. 生物多样性, 1994, 2(4):231-239.

[8] 中国科学院内蒙古草原生态系统定位站. 草原生态系统研究第三集[M]. 北京: 科学出版社, 1988:227-268.

[9] 王晓云, 霍建林, 漆建忠. 灌木林放牧利用对沙地水分的缓解作用[J]. 水土保持通报, 1994, 14(7):15-21.

[10] 李新荣, 赵雨兴, 杨志中, 等. 毛乌素沙地飞播植被与生境演变的研究[J]. 植物生态学报, 1999, 23(2):116-124.

[11] 郑翠玲, 曹子龙, 王贤, 等. 围栏封育在呼伦贝尔沙化草地植被恢复中的作用[J]. 中国水土保持科学, 2005, 3(3):78-81.

[12] 戎郁萍, 赵萌莉, 韩国栋, 等. 草地资源可持续利用原理与技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.

[13] 程积民, 邹厚远, 本江昭夫. 黄土高原草地合理利用与草地植被演替过程的试验研究[J]. 草业学报, 1995, 4(4):17-22.

[14] 程积民, 邹厚远, Akio Hongo. 封育刈割放牧对草地植被的影响[J]. 水土保持研究, 1998, 5(1):36-54.

[15] 孙祥. 干旱区草场经营学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1991.