

# 自然封育对云雾山草地群落的影响

赵艳云<sup>1</sup>, 胡相明<sup>1</sup>, 程积民<sup>2</sup>, 万惠娥<sup>2</sup>

(1. 滨州学院 黄河三角洲生态环境研究中心, 山东 滨州 256600;

2. 中国科学院 水土保持与生态环境研究中心, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 对云雾山封育和未封育草地土壤水分、养分、团聚体含量以及群落结构进行了对比研究。结果表明, 0—20 cm 为草地土壤含水量活跃层, 同时封育草地和未封育草地的水分补偿深度分别为 140 cm 和 20 cm; 随土层深度增加, 草地中 > 1 mm 和 > 0.25 mm 粒径团聚体含量逐渐递减, 封育草地 > 1 mm 和 > 0.25 mm 粒径的团聚体含量均高于未封育草地; 除速效 P 外, 封育草地较未封育草地具有较高的土壤有机质、全氮、速效钾、硝态氮、铵态氮和碱解氮含量; 未封育草地和封育草地群落的物种数, Simpson 指数, Shannon—Wiener 指数和均匀度相近, 而植物的平均高度和盖度为未封育草地 < 封育草地。

**关键词:** 自然封育; 云雾山; 草地

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2008)05—0095—04

中图分类号: Q145+.2

## Effects of Natural Enclosing on Grassland Communities in Yunwu Mountain

ZHAO Yanyun<sup>1</sup>, HU Xiang-ming<sup>1</sup>, CHENG Jijin<sup>2</sup>, WAN Hui'e<sup>2</sup>

(1. Research Center for Ecological Science, Yellow River Delta,

Binzhou University, Binzhou, Shandong 256600, China; 2. Center of Soil and Water

Conservation and Ecological Environment, Chinese Academy of Sciences, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** This article contrasted the enclosed and unenclosed grasslands for soil water, soil nutrients, water stable aggregates, and community structure. Results showed that in grasslands, soil water active layer was 0—20 cm, and meanwhile, compensatory depths were 140 cm and 20 cm in enclosed and unenclosed grasslands, respectively. Below the depths, soil water content kept the level of 9.5% and 8.5% in enclosed and unenclosed grasslands, respectively. With soil depth increased, soil water stable aggregate content (> 1 and > 0.25 mm) was reduced gradually and in enclosed grassland, it was greater than that in unenclosed grassland. Except the available P, the contents of soil organic matter, total N, available K, available N,  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  and  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  in enclosed grassland were much greater than those in unenclosed grassland. The number of species, Simpson index, Shannon—Wiener index, and Pielou index in the two grasslands were similar. The average plant height and coverage in unenclosed grassland were less than those in enclosed grassland and the differences were significant.

**Keywords:** natural enclosing; Yunwu Mountain; grassland

草地退化是我国资源和环境的重大问题之一。为改善退化草地恶劣的生态环境, 许多生态学家提出了相应的植被恢复与重建方法, 其中, 围栏封育是草地植被恢复过程中采取的一项重要措施<sup>[1]</sup>, 该措施能够增加土壤养分、水分含量<sup>[2]</sup>, 提高牧草质量<sup>[3]</sup>, 增加物种组成和土壤种子库密度<sup>[3—5]</sup>等, 可迅速恢复原生草地植被以及促进生态系统的良性循环<sup>[2]</sup>。但是目前关于封育措施对退化草地影响的研究主要集中在沙质草地<sup>[4—6]</sup>, 而关于黄土丘陵区封育措施对草地群落影响的研究尚不多见。

宁夏回族自治区的云雾山草地是 1982 年建立起来的迄今为止黄土高原惟一的一个草地类自然保护区。经过 23 a 的自然封育, 保护了本氏针茅、百里香等当地草种。同时, 该保护区在涵养水源, 防止水土流失, 维持地力和改善周边的生态环境等方面起到了重大的作用。

本文通过对宁夏云雾山封育和未封育草地土壤理化性质, 群落结构的对比研究, 剖析自然封育措施对土壤乃至群落结构的影响, 旨在为黄土高原退化草地的恢复和重建以及草地的合理利用提供参考依据。

# 1 试验地状况与研究方法

## 1.1 试验地概况

试验地设于宁夏云雾山自然保护区, 该区位于宁夏固原市东北部, 属于黄土高原的中间地带, 东经  $106^{\circ}24' - 106^{\circ}28'$ , 北纬  $36^{\circ}13' - 36^{\circ}19'$ , 海拔高度  $1\ 800 \sim 2\ 100\text{ m}$ , 坡度  $15^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。南北长  $11\text{ km}$ , 东西长  $4.5\text{ km}$ , 总面积  $4\ 000\text{ hm}^2$ 。山体浑圆, 山坡平缓, 黄土层深厚, 土壤类型为山地灰褐土和黑垆土。保护区属于中温带半干旱气候区, 年平均气温  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 最热月为 7 月, 气温在  $22\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$  之间, 最冷月为 1 月, 平均最低气温  $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  积温  $2\ 370\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 2\ 882\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 年日照时数为  $2\ 500\text{ h}$ , 年平均无霜期  $137\text{ d}$ , 年平均降雨量  $411.5\text{ mm}$ , 降雨季节分配不均, 60% 的降雨集中于 7—9 月。该区土壤水资源的补给主要是大气降雨, 地下水埋藏较深, 一般在  $70 \sim 100\text{ m}$  之间。该区自 1982 年开始封育, 主要的草本植物有本氏针茅 (*Stipa bungeana*)、百里香 (*Thymus mongolicus*)、铁杆蒿 (*Artemisia sacrorum*)、星毛萎陵菜 (*Potentilla acaulis*)、大针茅 (*Stipa grandis*)、直茎点地梅 (*Androsace erecta*)、阿尔泰狗娃花 (*Heteropappus altaicus*)、茵陈蒿 (*A. capillaries*)、冷蒿 (*A. frigida*) 等, 其中丛生禾本科植物本氏针茅在该区分布范围最广。

## 1.2 试验方法

1.2.1 土壤水分的测定 于 2005 年 6—9 月份每月中旬, 在云雾山半阴半阳坡下坡位分别选择封育和未封育草地地段, 从坡底到坡顶各设置 1 条样带, 每间隔  $30\text{ m}$  设一个  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$  小样方, 每条样带设置样方  $6 \sim 11$  个, 共 67 个, 用土钻取土, 每  $20\text{ cm}$  为一层, 深至  $3\text{ m}$ , 称湿重后在  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  下烘干 ( $> 10\text{ h}$ ) 直至恒重, 称其干重, 计算其土壤含水量。当天取样当天测定, 每次调查在  $2\text{ d}$  内完成, 期间没有降雨发生。

1.2.2 土壤养分和团聚体的测定 于 2005 年 5 月份分别在封育和未封育草地, 用土钻采取  $2\text{ m}$  深土

壤(每  $20\text{ cm}$  为一层), 土样风干后称取  $5\text{ g}$  干土, 各重复 2 次, 土壤有机质测定采用重铬酸钾—硫酸法, 全氮采用凯氏法, 硝态氮采用氯化钾(水/土:  $5/50$ ) 浸提—紫外比色法, 铵态氮运用氯化钾(水/土:  $5/50$ ) 浸提后流动注射仪测定, 碱解氮采用扩散法, 速效磷的测定采用碳酸氢钠浸提—钼锑抗比色法。

土壤团聚体的采样也是每  $20\text{ cm}$  用铝盒取一个样, 取至  $60\text{ cm}$ , 共 3 层, 在室温下风干后, 用湿筛法测定其水稳性团聚体含量, 重复两次<sup>[7]</sup>。

1.2.3 群落结构的调查 于 2005 年 8 月份, 在选定的封育和未封育草地地段, 从坡底到坡顶各设置 1 条样带, 同样每间隔  $30\text{ m}$  设定一个  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$  小样方, 每条样带各设置样方 7 个和 8 个, 共 15 个, 记录样方中草本植物种类、物种数、盖度、高度, 计算物种多样性指数用 Simpson 和 Shannon—Wiener 指数, 用 Pielou 指数计算均匀度。以相对盖度作为各物种的权重, 计算相对多度、高度和盖度从而得出群落中各物种的重要值<sup>[8]</sup>。

# 2 结果与分析

## 2.1 土壤水分变化格局

土壤水分变化格局从侧面反映了土壤蓄水和植被耗水的动态状况。从封育和未封育草地的土壤水分时间变化格局(图 1)上可以看出, 无论是封育还是未封育草地, 由于  $0 \sim 20\text{ cm}$  土层深度与大气交换频繁, 蒸发强烈, 土壤含水量变化幅度较大, 是土壤水分的活跃层。同时, 封育草地与未封育草地土壤水分的垂直变化差异显著, 在  $20\text{ cm}$  以下未封育草地土壤水分基本上保持不变, 稳定在  $8.5\%$  左右; 而在封育条件下,  $20\text{ cm}$  以下的土壤水分随土壤深度增加而减少, 植物生长季(6—9 月)  $20 \sim 140\text{ cm}$  土壤含水量都在  $10\%$  以上, 而  $140 \sim 300\text{ cm}$  土壤含水量基本稳定在  $9.5\%$ , 由此可以推断, 未封育草地和封育草地的水分亏缺深度分别为  $20\text{ cm}$  和  $140\text{ cm}$ 。

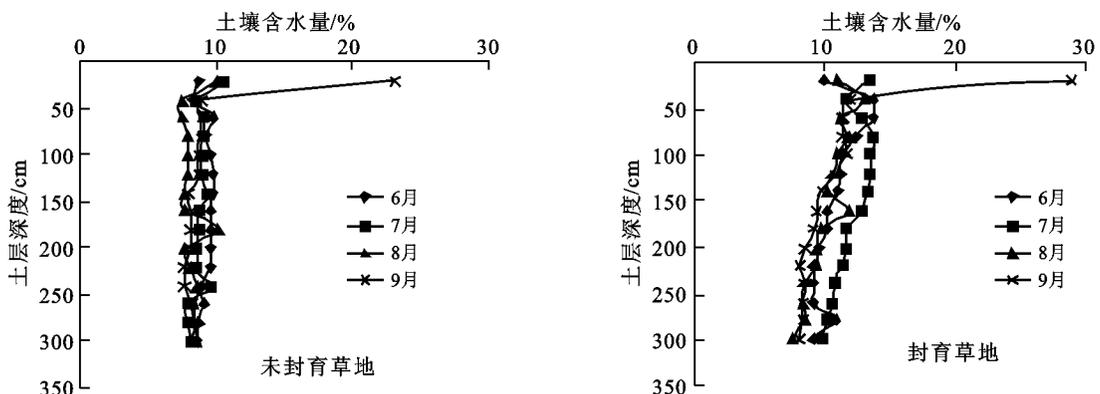


图 1 土壤含水量时间变化格局

## 2.2 土壤团聚体的剖面分布特征

土壤结构状况是土壤肥力和土壤保水的物质基础<sup>[7,9-10]</sup>, 具有良好团聚体结构的土壤, 不仅具有高度的孔隙性和持水性, 而且有良好的通透性, 能够合理地调控土壤中的水、肥、气、热状况, 对植被的恢复有着很大的促进作用。土壤团聚体的多少与土壤蓄养水源具有一定的关系。图 2 显示, 无论是封育草地还是未封育草地, 其 > 1 mm 和 > 0.25 mm 粒径的

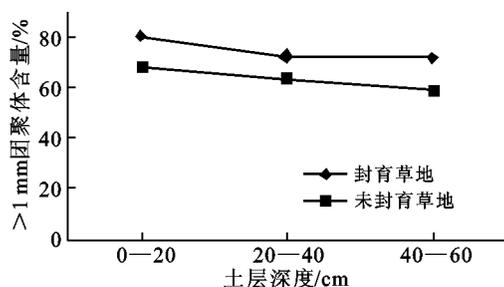
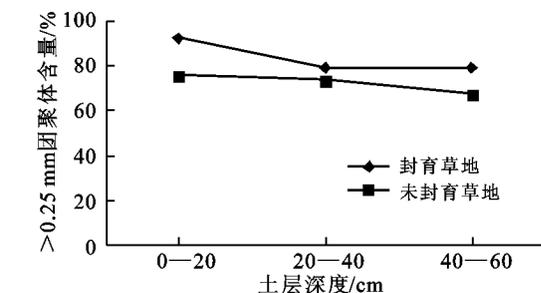


图 2 不同土层水稳性团聚体含量

## 2.3 土壤养分含量变化

土壤养分是植物维持生长的基础, 其含量的多少反映了植物对于土壤肥力的吸收和改善能力。从图 3 中可以看出, 无论是封育草地还是未封育草地的土壤养分含量随着土层深度的增加而减少。由此可见, 土壤养分含量具有表聚性, 这与其他学者的研究结果是一致的。通过对封育草地与未封育草地土壤养分含量进行对比可以发现, 除速效 P 外, 草地经过 23 a 的封育, 0—120 cm 土壤中的有机质、硝态氮比未封

育草地均随着土层深度的增加而减少, 然而封育草地的团聚体含量明显地高于未封育草地。随土壤深度增加, 在不同土层封育, 草地 > 1 mm 粒径和 > 0.25 mm 粒径的团聚体含量较未封育草地分别高 12.2%, 8.45%, 12.75% 和 16.8%, 5.5%, 11.9%, 这可能是因为封育草地较未封育草地具有较强的植物根系, 它对土壤的缠绕固结作用和向土壤释放有机物质较多, 促进了土壤团聚体的形成<sup>[7]</sup>。



育草地分别高 97.1%, 128.4%; 0—80 cm 土层全氮、速效钾含量比未封育草地分别高 67.4%, 71.2%; 而对于碱解氮含量来说, 0—140 cm 土层, 封育草地比未封育草地高 78.1%, 这说明草地封育以后, 能够使得土壤养分含量增加, 增加了土壤肥力。此外, 从图 3c 中 pH 值的变化可以看出, 随土层深度增加, 封育草地与未封育草地的 pH 值都有所增加, 但是增加的幅度不是很大; 同时, 未封育草地的 pH 值一直高于封育草地, 但差异不显著。

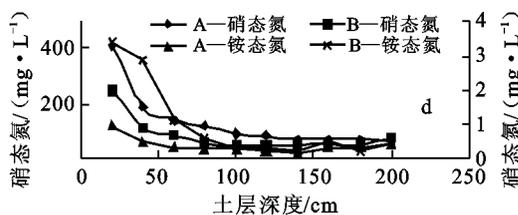
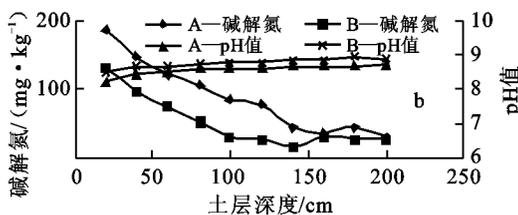
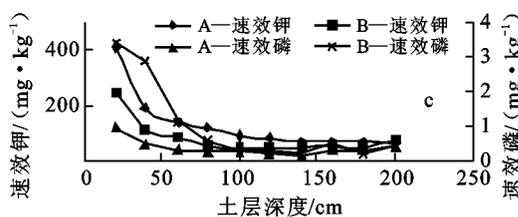
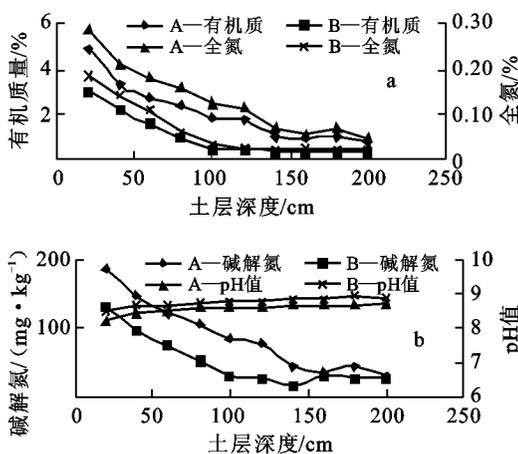


图 3 土壤养分变化格局 (A, B 分别代表封育草地和未封育草地)

## 2.4 群落结构与组成

表 1 给出了封育和未封育草地群落的结构特征, 可以看出, 未封育草地和封育草地群落的物种数、辛普森指数、香农指数和均匀度相近, 而植物的平均高度和盖度是未封育草地 < 封育草地, 同时盖度差异达显著水平。

通过封育和未封育草地群落中主要物种的重要值 (表 2), 我们还可以看出, 在封育草地和未封育草地中, 建群种没有明显的差异, 为本氏针茅和铁杆蒿; 优势种却存在很大差异, 在封育草地为百里香、大针茅、厚穗冰草 (*Aneurolepidium dasystachys*)、茜草

(*R. cordifolia* L.) 和风毛菊 [*S. japonica* (Thbg.) DC.] , 而在未封育草地中为硬质早熟禾、星毛委陵菜

(*Potentilla acaulis*)、火绒草(*Leontopodium*) 和天蓝苜蓿(*Medicago falcate*)。

表 1 封育与未封育草地群落结构

群落	物种数	平均高度/cm	盖度/%	Simpson	Shannon—Wiener	均匀度
未封育草地	10.29±2.36	13.58±5.65	53.57±17.21*	0.86±0.014	3.00±0.13	0.90±0.024
封育草地	10.38±1.30	26.42±5.02	87.13±12.46*	0.86±0.019	2.99±0.061	0.89±0.017

注: \* 表示差异显著。

表 2 不同群落主要物种组成及其重要值指数

群落名称	物种组成	重要值
封育草地	本氏针茅	21.30
	铁杆蒿	16.78
	百里香	14.87
	大针茅	10.10
	厚穗冰草	8.33
	茜草	7.51
	风毛菊	6.90
未封育草地	本氏针茅	15.80
	铁杆蒿	24.81
	硬质早熟禾	10.37
	星毛委陵菜	7.96
	火绒草	7.70
	天蓝苜蓿	5.50

### 3 结论

在草地的自然封育过程中, 随着植被盖度不断增加, 草地的蓄水、保水能力不断增强, 使系统的水循环状况大大改善<sup>[4,6]</sup>。本研究结果表明, 封育措施增加了植被的盖度和高度, 阻止了地面径流, 抑制了土壤蒸发, 使封育草地储蓄了较多水分, 同时经过长期的封育, 草地的水稳性团聚体增加, 具有较大的土壤孔隙度, 能够使深层土壤水分得到补偿, 因此, 6—9 月份封育草地土壤水分亏缺深度下移; 而在未封育草地, 植被盖度小, 降雨截流较少, 团聚体含量低, 土壤孔隙度小, 不利于水分下渗补偿, 降水大部分都被无效流失或蒸发, 因此土壤水分在表层 20 cm 深度处已出现水分亏缺现象。同时, 由于自然封育后草地群落植被盖度增加, 土壤有机质和无机养分的归还增多, 因此封育后, 土壤肥力得到了较大的改善。

封育 20 a 后, 未封育草地和封育草地群落的物种数、辛普森指数、香农指数和均匀度相近, 建群种相同, 只是优势种存在显著差异。这可能与封育后群落所处的演替阶段, 以及群落生长的主要限制因子有关; 在黄土高原云雾山地区, 水分是植物生长的主要

限制因素, 封育 20 a 后, 群落的优势种由旱生转向中生植物, 这是与草地土壤含水量的改善状况息息相关的。程积民等通过多年对云雾山封育草地群落结构变化进行深入研究发现, 封育后群落存在着一定的演替格局和演替阶段, 并受不同的演替驱动力作用, 同时针对不同封育年限, 提出了合理的群落恢复措施并取得了较好的成效, 但是目前关于这方面的研究报道不多。因此, 今后有必要对退化草地封育后群落的演替过程进行深入研究, 探讨封育后退化草地群落的演替格局, 并提出合理的植被恢复措施, 从而有利于地区环境的恢复与重建。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 周华坤, 周立, 刘伟, 等. 封育措施对退化与未退化矮蒿草草甸的影响[J]. 中国草地, 2003, 25(5): 15—22.
- [2] 张伟华, 关世英, 李跃进, 等. 不同恢复措施对退化草地土壤水分和养分的影响[J]. 内蒙古农业大学学报, 2000, 21(4): 31—35.
- [3] 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.
- [4] 郑翠玲, 曹子龙, 赵廷宁, 等. 围封沙化草地土壤种子库动态研究[J]. 水土保持研究, 2005, 12(6): 169—171.
- [5] 李锋瑞, 赵丽娅, 王树芳, 等. 封育对退化沙质草地土壤种子库与地上群落结构的影响[J]. 草业学报, 2003, 12(4): 90—99.
- [6] 周华坤, 周立, 赵新全, 等. 围栏封育对轻牧与重牧金露梅灌丛的影响[J]. 草地学报, 2004, 12(2): 140—144.
- [7] 中国科学院南京土壤研究所土壤物理研究室编. 土壤物理性质测定方法[M]. 北京, 科学出版社, 1978: 77—98.
- [8] 胡相明, 程积民, 万惠娥. 黄土丘陵区 5 种人工乔灌林下草层植物的结构特征[J]. 水土保持通报, 2006, 26(3): 41—45.
- [9] 何斌, 黄寿先, 梁机, 等. 八角林生长对土壤水分—物理特性的影响[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(1): 34—37.
- [10] 马祥华, 焦菊英, 温仲明, 等. 黄土丘陵沟壑区退耕地植被恢复中土壤物理特性变化研究[J]. 水土保持研究, 2005, 12(1): 17—21.