

围封沙化草地土壤种子库动态研究

郑翠玲, 曹子龙, 赵廷宁, 孙保平
(北京林业大学水土保持学院, 北京 100083)

摘 要: 以未围封沙化草地作对照, 研究了围封1 年、4 年和9 年的沙化草地土壤种子库特征的变化, 获得如下结论: (1) 对沙化草地实施围栏封育, 可显著提高土壤种子库的植物种数。(2) 围封过程中的沙化草地, 土壤种子库群落组成中, 1、2 年生植物所占比例逐渐减小, 多年生植物所占比例均逐渐增加。(3) 围封过程中的沙化草地, 土壤种子库群落组成的相似性, 相临阶段较高, 随围封年限差异的增加, 相似性逐渐减小, 表明土壤种子库的变化是一个连续的过程。(4) 围封不同年限的沙化草地之间, 土壤种子库密度存在极显著性差异, 随围封年限的增加而增加, 且与地上植被密度具有较高的相关性, 其间可用二次曲线进行描述。

关键词: 围封; 沙化草地; 土壤种子库
中图分类号: S 812.2 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2005)06-0169-03

The Study on the Dynamic of Soil Seed Banks in Enclosing Sandy Grassland

ZHENG Cui-ling, CAO Zi-long, ZHAO Ting-ning, SUN Bao-ping
(College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: The dynamic characteristics of the soil seed banks are researched in the sandy grassland which have been enclosed for 1 year, 4 years and 9 years by contrasting with the unclosed sandy grassland. Following conclusion can be obtained: (1) Endlosure can increase significantly the species of the soil seed banks of sandy grassland. (2) The proportion of annual plant and biennial plant decrease gradually and the proportion of peremnnial plant increases gradually in the course of enclosure. (3) There is a high similarity in soil seed banks composition of sandy grassland between the samples which have a close enclosing time. And the similarity becomes smaller and smaller with the increasing of differences of the enclosing time. Results show that the variation of soil seed banks is a continuous process. (4) The difference of soil seed banks density among the 4 samples is very remarkable, and soil seed banks density increase gradually with the enclosing time increasing. There has a high correlation between the soil seed banks and the standing vegetation density, which can be described by secondary curves.

Key words: enclosure; sandy grassland; soil seed bank

存在于确定面积的土壤表面及其下的土层中具有活力的种子总数称为土壤种子库^[1,2]。土壤种子库是地上植被补充更新的基础, 是植被潜在更新能力的重要组成部分, 在植被恢复过程中起着极其重要的作用。由于土壤种子库可看作是对一个植物群落过去状况的“进化记忆”, 因此, 对于一个特定的植物群落而言, 通过对其土壤种子库特征的系统调查和研究, 可以深刻地了解和阐明植物群落结构、种类组成及植物物种多样性变化的机理^[3]。20 世纪70 年代末以来, 土壤种子库开始引起国内外学者的关注, 目前对土壤种子库的研究已成为国际恢复生态学研究的热点和前沿, 国内外多位专家和学者对其进行了大量的科学研究^[1-10]。本研究以浑善达克沙地南缘围封沙化草地作为研究对象, 深入研究了沙化草地在围封过程中, 土壤种子库变化规律, 并结合地上植被, 揭示了土壤种子库密度与地上植被密度的关系, 旨在为沙化草地的植被恢复工作提供理论基础。

1 研究区自然概况

研究区位于内蒙古自治区正蓝旗境内, 地处浑善达克沙地南缘, 地理位置介于东经114 55 ~ 116 38 和北纬41 46 ~ 43 7 之间, 属温带半干旱大陆性气候区。该地区海拔1 240 m 左右, 无霜期 100 d, 年平均降水量 365. 1 mm, 年蒸发量 1 936. 5 mm, 干燥系数5. 3, 10 年积温1 849. 1 。年平均风速 3. 5 ~ 5 m/s, 年大风日数 50 ~ 80 d。地带性土壤主要为暗栗钙土, 非地带性土壤主要为风沙土^[11]。

该区植被属典型草原, 群落组成中克氏针茅 (*Stipa krylovii*) 为建群种, 羊草 (*Leymus chinensis*)、冷蒿 (*Artemisia frigida*)、糙隐子草 (*Cleistogenes squarrosa*) 为优势种, 其他植物种还有蒙古冰草 (*Agropyron mongolicum*)、达乌里胡枝子 (*Lespedeza davurica*)、白草 (*Pennisetum centrasiticum*)、寸草苔 (*Carex duriuscula*) 等。

* 收稿日期: 2004-12-16
基金项目: “十五”国家科技攻关课题“沙区农田草地土壤风蚀防沙技术研究”(2002BA517A-10) ”
作者简介: 郑翠玲(1979-), 女, 河北省晋州市人, 北京林业大学在读硕士, 主要研究方向: 水土保持与荒漠化防治; 责任作者: 赵廷宁(1962-), 男, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要从事水土保持与荒漠化防治研究。

2 材料与方法

2.1 试验地设置

在内蒙古正蓝旗桑根达来苏木草地沙化典型地段,选择围封 1 年、4 年和 9 年的沙化草地作为试验样地,分别定为类型 1、类型 2 和类型 3,以未围封沙化草地作为对照样地,定为类型 4。围封草地用铁丝、水泥桩作围栏,终年禁止人和家畜入内。

2.2 土壤种子库的测定

于 2004 年 4 月上旬,在 4 种类型样地典型地段,各选 3 条长 100 m 的样线,沿各样线随机选择 10 个样点,每个样地 30 个样点,4 种类型样地共计 120 个样点。在各样点分别取 20 cm × 20 cm × 10 cm 体积的原状土,装入布袋,作好标记,带回室内,过筛除去杂物后,将土样放入 40 cm × 30 cm × 10 cm 体积的培养盘中,用赤霉素打破种子休眠,摊平后在温室内培养,保持土壤湿润。种子萌发后,待可以辨别出幼苗种属时,记录并将其轻轻拔掉,直到识别出所有幼苗的种属。连续 7 天无新萌发种子的土壤,翻动后,继续保持湿润,尽量使种子萌发完全。凡是能发芽的种子,视为具有生命力的种子,即有效种子^[6]。土壤种子库密度用单位面积土壤中具有生命力的种子数量(即有效种子数量)来表示^[7]。

2.3 地上植被调查

于 2004 年 8 月下旬,在 4 种类型样地每个种子库采样点旁边,设置面积为 1 m × 1 m 的样方,用网线法测定植被总盖度后^[12],调查并记录每个样方中的植物种数,以及每种植物的个体数量,用以确定地上植被密度。

2.4 数据处理

采用 Sorensen 相似性系数计算 4 种类型样地之间土壤种子库群落组成的相似性。计算公式为:

$$Sc = 2w / (a + b)$$

式中: Sc ——相似性系数; w ——两样地土壤种子库共有的植物种数; a 和 b ——两样地土壤种子库各自拥有的植物种数^[7]。

采用单因素方差分析比较 4 种类型样地之间土壤种子

库植物种数以及土壤种子库密度的差异。采用回归分析并通过曲线估计,确定土壤种子库密度与地上植被密度的关系。以上数据的统计分析及方程的拟合采用 SPSS12.0 软件包在计算机上完成。

3 结果与分析

3.1 土壤种子库种类组成特征

图 1 显示,3 种类型围封沙化草地,土壤种子库中出现的植物种数明显大于未围封沙化草地,且围封沙化草地土壤种子库植物种数,随围封年限的增加而增加。方差分析表明,4 种类型样地土壤种子库植物种数差异极显著($F = 9.380, n = 120, P < 0.001$)。作为对照的未围封沙化草地,样地内土壤种子库植物种数共 17 种,围封 1 年、4 年、9 年的样地,土壤种子库植物种数分别增至 21 种、24 种和 26 种,分别较未围封样地增加了 23.5%、41.2% 和 52.9%。进一步分析可知,4 种类型样地土壤种子库种类组成中,1、2 年生植物所占比例分别为 88.2% (未围封)、85.7% (围封 1 年)、79.2% (围封 4 年) 和 76.9% (围封 9 年)。这一结果一方面表明,对沙化草地实施围栏封育,可显著提高土壤种子库的植物种数,但随围封年限的增加其增长幅度逐渐减小;另一方面也说明,围封可使沙化草地土壤种子库中 1、2 年生植物所占比例逐渐减小,多年生植物所占比例逐渐增加。

3.2 土壤种子库组成的相似性

表 1 对比了 4 种类型样地土壤种子库组成的相似性。从表 1 可看出,未围封与围封 9 年的沙化草地,土壤种子库组成的相似性系数最小,为 0.744,共有种数为 16 种。围封 1 年与围封 4 年的沙化草地,土壤种子库组成的相似性系数最大,为 0.844,共有种数为 19 种,但其同未围封与围封 1 年,以及围封 4 年与围封 9 年的沙化草地土壤种子库组成的相似性系数十分接近,二者分别为 0.842 和 0.840,共有种数分别为 16 种和 21 种。这一结果表明,围封过程中的沙化草地,土壤种子库的变化是一个连续的过程,相邻阶段的相似性较高,随着围封年限差异的增加,相似性逐渐减小。

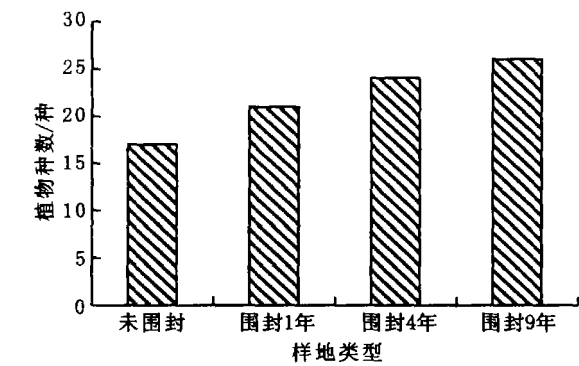


图 1 不同类型样地土壤种子库植物种数对比

从表 1 还可看出,4 种类型样地土壤种子库组成的相似性系数总体水平较高,居于 0.744 ~ 0.844 之间,表明土壤种子库在群落组成上具有较高的稳定性。

3.3 土壤种子库密度变化规律

从图 2 中可看出,随围封年限的增加,土壤种子库密度逐渐增加。方差分析表明,4 种类型样地土壤种子库密度之间差异极显著($F = 12.614, n = 120, P < 0.001$)。未围封样地土壤种子库密度为 1 097.0 粒/ m^2 。围封 1 年、4 年、9 年的样地,土壤种子库植物密度分别增至 1 119.7 粒/ m^2 、3 793.8 粒/ m^2 和 5 291.7 粒/ m^2 ,分别较未围封样地增加了 2.1%、

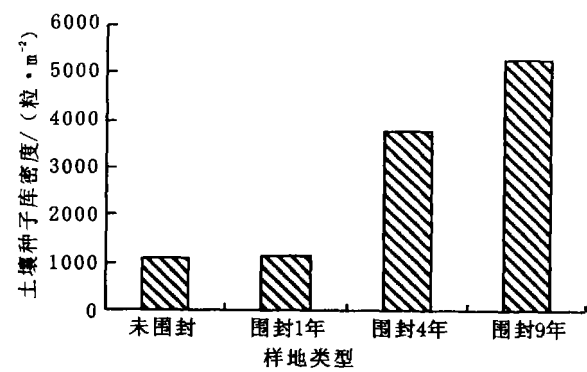


图 2 不同类型样地土壤种子库密度对比

245.8% 和 382.4%。这一结果显示,围封可显著提高沙化草地土壤种子库密度,但不同时期增长速度不同,围封初期增长缓慢,围封 1 至 4 年,是土壤种子库密度增长速度最快的时期,其后增长速度逐渐减缓。对 4 种类型样地土壤种子库所含有的植物种子数量进行分析发现,4 种类型样地均以 1、2 年生植物为主,其比例分别占各土壤种子库总密度的 92.4% (未围封)、90.7% (围封 1 年)、87.1% (围封 4 年) 和 83.3% (围封 9 年)。4 种类型样地土壤种子库,各植物种分密度排在前 5 位的,未围封沙化草地依次为虫实 (*Corispermum declinatum*)、灰藜 (*Chenopodium* sp)、沙米 (*Agrriophyllum*

squarrosum)、猪毛菜 (*Salsola collina*)、狗尾草 (*Setaria viridis* (L.) Beauv); 围封1年的沙化草地依次为虫实、灰藜、猪毛菜、狗尾草、雾冰藜(*Bassia dasgphylla*); 围封4年的沙化草地依次为灰藜、猪毛菜、星毛委陵菜 (*Potentilla acaulis*)、虫实、冷蒿; 围封9年的沙化草地依次为灰藜、猪毛菜、星毛委陵菜、冷蒿、糙隐子草。这一结果表明, 随围封年限的增加, 沙化草地土壤种子库中, 1、2年生植物密度逐渐减小, 多年生植物密度逐渐增加。同时, 这一结果还表明, 4种类型样地土壤种子库中各植物种密度的变化, 呈现出由1、2年生沙地植被向多年生典型草原植被方向演替的趋势, 说明围封可大大促进沙化草地土壤种子库植物群落的进展演替。

表1 4种类型样地土壤种子库组成的相似性比较

样地类型	未围封	围封1年	围封4年	围封9年
未围封	—	0.842	0.829	0.744
围封1年	0.842	—	0.844	0.809
围封4年	0.829	0.844	—	0.840
围封9年	0.744	0.809	0.840	—

3.4 土壤种子库密度与地上植被密度的关系

综合4种类型样地土壤种子库密度与地上植被密度, 对其进行回归分析并作曲线估计表明, 二者之间具有较高的相关性, 复相关系数为0.68, 显著水平小于0.0001, 其间用二次曲线模型拟合最好, 二次曲线模型为 $y = 38.40 + 2.44x + 0.09x^2$ (图3)。这一结果表明, 土壤种子库与地上植被存在着密切的关系。这与赵丽娅等人在科尔沁沙地中南部, 所进行的草地沙化过程中地上植被与土壤种子库变化特征的研究, 以及赵文智等人在科尔沁沙地奈曼旗, 所进行的科尔沁沙地围封草地种子库特征的研究中所得出的结论一致^[7, 8]。但这一结果与有些研究认为草地土壤种子库与地上植物组成相关性较差的结论不吻合^[9, 10], 有关这一课题还有待于进一步研究。

4 结 论

(1) 方差分析显示, 4种类型样地土壤种子库植物种数之间存在极显著性差异 ($F = 9.380, n = 120, P < 0.001$), 表明对沙化草地实施围栏封育, 可显著提高土壤种子库的植物种数, 但随围封年限的增加, 其增长幅度逐渐减小。

参考文献:

[1] 张志权. 土壤种子库. 生态学杂志[J], 1996, 15(6): 36–42.

[2] Vander Valk, et al. The role of seed banks in the vegetation dynamics of prairie glacial marshes [J]. Ecology, 1978, 59: 322–325.

[3] 赵丽娅, 李锋瑞, 张华, 等. 科尔沁沙地围封沙质草甸土壤种子库特征的研究[J]. 生态学杂志, 2004, 23(2): 45–49.

[4] Henderson C B, Petersen K E, Redak R A. Spatial and temporal patterns in the seed bank and vegetation of a desert grassland community [J]. Journal of Ecology, 1988, 76: 717–728.

[5] Russi L, Cocks P S, Roberts E H. Seed bank dynamics in a Mediterranean grassland[J]. Journal of Applied Ecology, 1992, (29): 763–771.

[6] 包青海, 仲延凯, 孙维, 等. 割草干扰对典型草原土壤种子库种子数量与组成的影响——具有生命力的种子数量及其垂直分布[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 2000, 31(1): 93–97.

[7] 赵丽娅, 李锋瑞, 王先之. 草地沙化过程地上植被与土壤种子库变化特征[J]. 生态学报, 2003, 23(9): 1746–1756.

[8] 赵文智, 白四明. 科尔沁沙地围封草地种子库特征[J]. 中国沙漠, 2001, 21(2): 204–208.

[9] Coffin D P, Lauenroth W K. Spatial and temporal variation in the seed bank of a semiarid grassland [J]. American Journal of Botany, 1989, 76: 53–58.

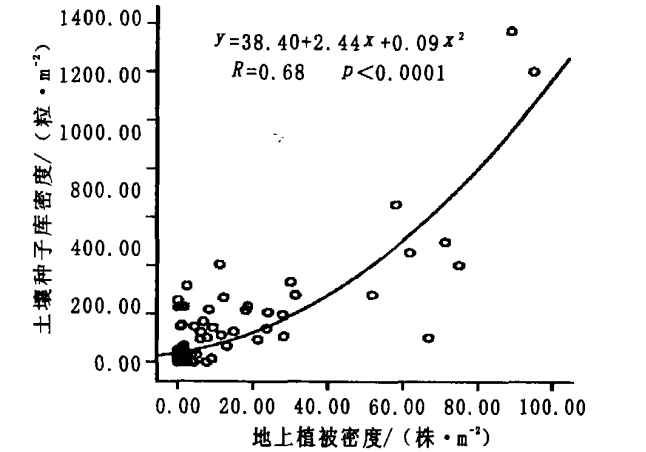
[10] Thompson, K, et al. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in the contrasting habitats[J]. Journal of Ecology, 1979, 67: 893–921.

[11] 白永飞, 许志信. 内蒙古典型草原牧草再生性的研究[J]. 中国草地, 1994, (5): 7–11.

[12] 贾慎修. 草地学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001. 43–51.

(2) 围封过程中的沙化草地, 土壤种子库群落组成中, 1、2年生植物所占比例均逐渐减小, 多年生植物所占比例均逐渐增加。

(3) 围封过程中的沙化草地, 土壤种子库群落组成的相似性, 相临阶段较高, 随围封年限差异的增加, 相似性逐渐减小, 表明土壤种子库的变化是一个连续的过程。另外, 土壤种子库组成的相似性系数总体水平较高, 说明其稳定性较高。



注: 图上每个圆圈代表一个植物种

图3 土壤种子库密度与地上植被密度的关系

(4) 方差分析表明, 4种类型样地土壤种子库密度之间存在极显著性差异 ($F = 12.614, n = 120, P < 0.001$), 随围封年限的增加而增加, 但不同时期增长速度不同, 围封初期增长缓慢, 围封1至4年, 是土壤种子库密度增长速度最快的时期, 其后增长速度逐渐减缓。

(5) 4种类型样地土壤种子库各植物种分密度的变化, 呈现出由1、2年生沙地植被向多年生典型草原植被方向演替的趋势, 说明围封可大大促进沙化草地土壤种子库植物群落的进展演替。

(6) 对4种类型样地进行回归分析并作曲线估计表明, 土壤种子库密度与地上植被密度具有较高的相关性, 复相关系数为0.68, 其间可用二次曲线进行描述, 二次曲线模型为 $y = 38.40 + 2.44x + 0.09x^2$ 。