

不同封育年限宁夏荒漠草原土壤种子库研究

刘 华, 蒋 齐, 王占军, 潘占兵

(宁夏农林科学院 荒漠化治理研究所, 银川 750002)

摘 要:针对宁夏天然草原实施禁牧封育的现状,采用种子萌发法对不同封育年限的荒漠草原土壤种子库进行了研究。结果表明:种子萌发主要集中在 0—5 cm 土层中,6—10 cm 土层种子萌发较少,0—5 cm 土层中,随封育年限的增加,一年生草本植物逐渐减少,多年生草本植物增加,半灌木或灌木逐渐增加;在垂直分布上,随土层深度的增加单位面积的种子数量减少;土壤种子库的密度随封育时间的增加而增加;在 0—5 cm 土层中,封育使土壤种子库的物种多样性和丰富度明显增加;在 0—5 cm 土层和 6—10 cm 土层中,土壤种子库和地上植被的相似性都较低,在 0—5 cm 土层,随封育年限的增加土壤种子库与地上植被的相似性程度逐渐增加。

关键词:荒漠草原;封育年限;土壤种子库

中图分类号:Q948.1;Q812.29

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2011)05-0096-03

A Study on soil Seed Bank in Desert Steppe of Different Enclosing Years in Ningxia

LIU Hua, JIANG Qi, WANG Zhan-jun, PAN Zhan-bing

(Institute of Desertification Control, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China)

Abstract: According to the present situation of Ningxia natural grassland enclosure, the method of seed germination was used to study soil seed bank in desert steppe of different enclosing years. The result shows: seed germination mainly occurred in 0—5 cm soil, seed germination in 6—10 cm soil was less. In 0—5 cm soil, annual herbs gradually reduce, the perennial herbs increase, half shrubs or shrubs increase gradually with the increase of the enclosing year. In vertical distribution, along with the increase of soil depth, the seeds decreased in the number of unit area. The density of the soil seed bank increased with increase of enclosing year. In 0—5 cm soil, enclosing made the species diversity of the soil seed bank and abundant degree increase. In 0—5 cm and 6—10 cm soil, the soil seed bank and the similarity of above-ground vegetation are low. In 0—5 cm soil layer, with the increasing of enclosing year, soil seed banks and the similarity degree of above-ground vegetation increase gradually.

Key words: desert steppe; enclosing year; soil seed bank

土壤种子库是指存在于土壤表面和土壤中全部存活种子的总和^[1-3]。我国有关种子库的研究起步相对较晚^[2-5],主要集中在森林和草原等自然生态系统,研究内容主要涉及土壤种子库的空间格局、时空动态分析、与地上植被关系、影响因素,以及种子萌发的影响因素等^[5]。近几十年来有关土壤种子库的研究一直是恢复生态学和保育生态学研究的热点和前沿课题^[6],研究土壤种子库对退化生态系统的恢复与重建具有重要的理论和实践意义^[7]。

荒漠草原在我国温带草原中占有重要地位,它具有独特的生态地理条件^[8],是我国草原中最早生的一

类,分布于内蒙古中部及宁夏一带。宁夏荒漠草原是一个遭破坏严重的生态区域,由于受自然环境和人口的双重压力,超载过牧十分严重^[9]。2003 年 5 月 1 日起宁夏开始在全区天然草原实施禁牧封育,草原生态恶化趋势得到有效遏制,草原生态系统得到休养生息。近年来,国内开展了大量的关于退化草原的改良、封育、可持续利用方面的研究,但是对围封效果仍缺乏定量的评价。因此,开展宁夏荒漠草原围栏封育后土壤种子库的特点和规律的研究,可以为该区域草原土壤种子库的研究提供理论依据,也可为草原禁牧、封育的定量评价提供参考,为宁夏荒漠草原生态

系统生物多样性的保护和退化草原的恢复与重建提供依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

试验区位于宁夏盐池县北部柳杨堡乡,属于毛乌素沙地的西南缘,北纬 $37^{\circ}40'$,东经 $106^{\circ}45'$ 。在地质构造上属于鄂尔多斯台地,地面经过长期剥蚀,形成波状起伏的高原景观,海拔 $1\,400\sim 1\,500\text{ m}$ 。上覆薄层黄土,下覆白砂岩。该区属于典型的中温带大陆性气候,年降水量 $230\sim 300\text{ mm}$,年际变化较大。潜在蒸发量 $2\,100\text{ mm}$,年均气温 7.6°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $2\,945^{\circ}\text{C}$,无霜期 120 d 。草原类型属于荒漠草原,土壤属于淡灰钙土。除此,还有风沙土、盐碱土等隐域土类。

1.2 研究方法

于2006—2007年,分别在封育1 a、封育3 a、封育6 a的研究区内按不同方向设置 100 m 样线5条,每 10 m 设置一个 $1\text{ m}\times 1\text{ m}$ 的样方,调查每个样方中的植被盖度、密度、频度和高度,并在每个样方中做好标记,于每年3—4月用自制的 $10\text{ cm}\times 10\text{ cm}$ 的种子库取样器在每个小样方内分 $0\sim 5\text{ cm}$ 和 $6\sim 10\text{ cm}$ 两层取土样。然后把带回试验室的土样,用孔径 0.3 mm 的土壤筛过筛,并将筛取的土样充分混匀以供萌发。选用 $15\text{ cm}\times 13\text{ cm}$ 花盆做发芽床,装填无植物种子的沙土做基垫。取适量筛取土样平铺于花盆表层,适当浇水保持土壤湿润。观察并将记录种子萌发情况,对能鉴别出的植物拔除,分类统计。

1.3 数据处理

种子库密度:将萌发实验的统计结果按参试筛取土样占原筛取土样的比例及取样面积大小换算为 1 m^2 种子数量。

采用 Margalef 多样性指数、Menhiniek 多样性指数和 Shannon-Weaver 多样性指数,Peilou 均匀性系数、Sorensen 的相似性系数^[10] 等计算种子库物种丰富度、物种多样性指数和相似性。

采用 Sorensen 相似性系数公式为

$$S=2c/(a+b)$$

式中: a ——样地 A 中的物种数; b ——样地 B 中的物种数; c ——样地 A 和 B 中共有的物种数。

Margalef 多样性指数: $R=(S-1)/\ln N$

Menhiniek 多样性指数: $D=S/\sqrt{N}$

Shannon-Weaver 多样性指数: $H=-\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$

Peilou 均匀性系数: $E=H/\ln S$

式中: S ——种数; N ——种的个体总数; \ln ——自然对数; P_i ——第 n_i 个种的可能重要性即 $P_i=n_i/N$ 。

2 结果与分析

2.1 土壤种子库的物种组成

图1表明,在 $0\sim 5\text{ cm}$ 土壤中,封育1 a样地共统计到5种植物,分别为:地锦(*Euphorbia humifusa*)、狗尾草(*Setaria viridis*)、猪毛菜(*Salsola collina*)、铁杆蒿(*Artemisia vulgaris*)、画眉草(*Eragrostis pilosus*);封育3 a样地共统计到5种植物,分别为:牛枝子(*Lespedeza potaninii*)、狗尾草、远志(*Polygala tenuifoliaceae*)、画眉草、白草(*Pennisetum centrasiaticum*);封育6 a样地共统计到8种植物,分别为:牛枝子(*Lespedeza potaninii*)、白沙蒿(*Artemisia sphaerocephala*)、狗尾草、铁杆蒿、画眉草、草木樨状黄芪(*Astragalus Melilotoides*)、白草、远志。其中,封育1 a的样地中的植物分属4科,禾本科、菊科、大戟科、藜科,禾本科所占比例较高为40%,其它科均为20%;封育3 a的样地中的植物分属3科,豆科、禾本科、远志科,禾本科所占比例较高为60%,豆科和远志科较低均为20%;封育6 a的样地统计到的8种植物分属4科,豆科、禾本科、菊科、远志科,禾本科所占比例较高为37.5%,豆科和菊科次之均为25%,远志科较少为12.5%。在 $6\sim 10\text{ cm}$ 土壤中,种子的萌发较少,封育6 a的样地统计到了豆科和禾本科的每一种植物萌发,封育3 a和1 a的样地没有种子萌发。由此说明,在宁夏荒漠草原随封育年限的增加,豆科植物所占的比例逐渐增加,土壤种子库中的植物种数也在增加;随土层深度的增加,土壤种子库的植物种数减少。

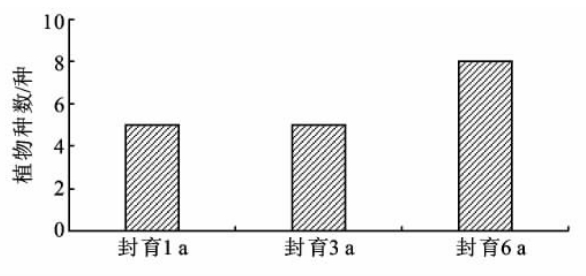


图1 不同封育年限样地 $0\sim 5\text{ cm}$ 植物种数

生活型的分析表明(图2),在 $0\sim 5\text{ cm}$ 土层中,封育时间的增加对植物生活型的影响较为明显,随封育年限的增加,一年生草本植物所占的比例呈逐渐减少的趋势,多年生草本植物的比例逐渐增加,半灌木或灌木的比例逐渐增加。在封育1 a、3 a及6 a样地的植物种中,一年生草本植物所占的比例分别为80%,40%,14%;多年生草本植物所占的比例分别为

20%, 40%, 57%; 半灌木或灌木所占的比例为 0, 20%, 29%。在 6—10 cm 土层中, 封育 6 a 的植物生活型主要为多年生植物和半灌木。

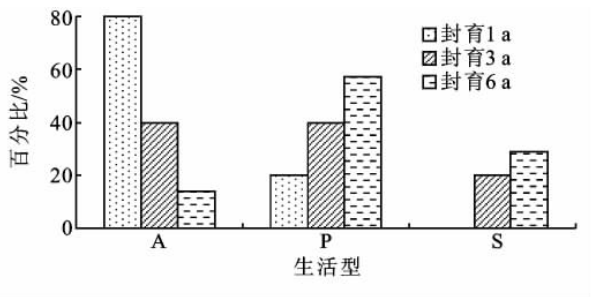


图 2 不同封育年限地 0—5 cm 种子库的生活型

2.2 土壤种子库的数量特征

土壤种子库的大小是指单位面积土壤内所含的有活力的种子数量^[5]。封育不同年限的土壤种子库密度不同, 土壤种子库的密度随封育时间的增加而增加, 在垂直分布上, 随土层深度的增加单位面积种子数量减少, 种子主要分布于 0—5 cm 土层, 6—10 cm 土层中种子很少。0—5 cm 土层封育 1 a、3 a 及 6 a 的土壤种子库密度分别为 983 粒/m²、1 000 粒/m²、1 067 粒/m², 6—10 cm 土层封育 1 a、3 a 及 6 a 的土壤种子库密度分别为 0 粒/m²、0 粒/m²、250 粒/m²。由此说明, 宁夏荒漠草原的土壤种子库主要存在于 0—5 cm 土层中。

表 1 不同封育年限草原的种子库数量 粒/m²

封育年限	0—5 cm	5—10 cm
封育 1 a	983	0
封育 3 a	1000	0
封育 6 a	1067	250

2.3 种子库物种多样性

在 0—5 cm 土层中, 封育使土壤种子库的物种多样性和丰富度明显增加, 并随封育年限的增加而增加。从表 2 中可看出, 封育 6 a 样地的物种数高于封育 3 a 和封育 1 a, 封育 6 a 样地的 Margalef 指数、Menhiniek 指数、Shannon-Weaver 指数、Pielou 指数均高于封育 3 a 和封育 1 a 样地。

2.4 土壤种子库与地上植被的相似性

从表 3 可看出, 在 0—5 cm 土层, 随封育年限的增加, 土壤种子库与地上植被的相似性程度逐渐增加, 封育 6 a 的最高, 封育 3 a 次之, 封育 1 a 最低, 封育 1 a、封育 3 a、封育 6 a 样地土壤种子库与地上植被的 Sorensen 相似性系数分别为 0.16, 0.176 5, 0.5。

在 6—10 cm 土层, 封育 6 a 样地的土壤种子库与地上植被的相似性较低, Sorensen 相似性系数为 0.125。

表 2 不同封育年限草原 0—5 cm 的种子库物种多样性

样地	物种数	Margalef 指数	Menhiniek 指数	Shannon-Weaver 指数	Pielou 指数
封育 1 a	5	0.96	0.6202	1.1953	0.7427
封育 3 a	5	1.05	0.7454	1.5314	0.9515
封育 6 a	8	1.65	0.9562	1.6301	0.7839

表 3 0—5 cm 土层相似性系数计算

土层	样地	地上物种数	种子库物种数	共有种数	相似性系数
0—5 cm	封育 1 a	20	5	2	0.1600
	封育 3 a	29	5	3	0.1765
	封育 6 a	30	10	10	0.5000
6—10 cm	封育 1 a	20	0	0	0.0000
	封育 3 a	29	0	0	0.0000
	封育 6 a	30	2	2	0.1250

3 结论与讨论

(1) 在 0—10 cm 土层中, 种子萌发主要集中在 0—5 cm 土层中, 6—10 cm 土层种子萌发较少。0—5 cm 土层中, 封育对宁夏荒漠草原土壤种子库的物种组成和植物种数有较大影响, 随封育年限的增加可明显增加土壤种子库中的豆科植被所占的比例, 植物的种数也明显增加; 随封育年限的增加, 一年生草本植物所占的比例呈逐渐减少的趋势, 多年生草本植物的比例逐渐增加, 半灌木或灌木的比例逐渐增加。随土层深度的增加, 土壤种子库的植物种数减少。

(2) 目前, 许多研究者认为土壤种子库垂直分布的规律为: 土壤种子库主要分布于 0—5 cm 的土层, 5—15 cm 的土层中种子含量较少^[3-4, 11], 本研究也得出了相同的结论: 在垂直分布上, 随土层深度的增加单位面积种子数量减少, 种子主要分布于 0—5 cm 土层, 6—10 cm 土层中种子很少; 封育不同年限的土壤种子库密度不同, 土壤种子库的密度随封育时间的增加而增加。

(3) 苏楞高娃^[12]研究了封育对沙化典型草原土壤种子库的影响后认为: 封育使土壤种子库的物种多样性及丰富度增加, 本研究也得出了一致的结论, 在 0—5 cm 土层中, 封育使土壤种子库的物种多样性和丰富度明显增加, 并随封育年限的增加而增加。

(4) 土壤种子库与地上植被的关系主要有两种结论, 即不相似性和相似性^[3]。在宁夏荒漠草原 0—5 cm 土层和 6—10 cm 土层中, 土壤种子库和地上植被的相似性都较低, 并且, 在 0—5 cm 土层, 随封育年限的增加, 土壤种子库与地上植被的相似性程度逐渐增加, 封育 6 a 的最高, 封育 3 a 次之, 封育 1 a 最低。

(下转第 103 页)

3 结论

(1)麦西河流域面积为 31.38 km²,全区域按照分水岭可以分为 7 个子流域,汇水面 626 个,确定了流域的实际范围;汇水线的计算可以作为重要的污染物流入通道,为治污工程布置提供位置参考;(2)麦西河流域年均土壤侵蚀速率为 1 230.81 t/(hm²·a),侵蚀强度类型以微度和轻度为主。这与区域地形起伏较为缓和有关;(3)中度以上侵蚀类型主要发生在坡度大于 25°,植被覆盖较差的山体位置,尤其是旱地类型。从子流域上看麦乃 7 号子流域土壤流失较为严重。

值得探讨的问题:(1)DEM 的数据精度问题。使用 1:5 万的地形图对于小流域水文分析有些粗略,汇水线的计算存在一定的误差。(2)关于喀斯特区域的土壤侵蚀分级标准有所不同,由于缺乏实测数据,这里使用的标准可能不太符合区域现实,有待在进一步的研究中确立针对喀斯特流域的土壤侵蚀模数的估算模型;(3)流域涉及岩溶溶蚀,这里没有考虑,有待进一步研究中加以充实。

参考文献:

- [1] 曹建华,蒋忠诚,杨德生,等.我国西南岩溶区土壤侵蚀强度分级标准研究[J].中国水土保持科学,2008,6(6):1-7.

- [2] 蔡雄飞,王济,雷丽,等.中国西南喀斯特山区土壤侵蚀研究进展[J].贵州农业科学,2008,36(3):81-84.
- [3] 蔡崇法,丁树文,史志华,等.应用 ULSE 模型与地理信息系统 IDRISI 预测小流域土壤侵蚀量的研究[J].水土保持学报,2000,14(2):19-24.
- [4] Wischmeier W H, Smith D D. Agriculture Handbook No. 537, Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning with the Universal Soil Loss Equation(USLE)[M]. Springfield United States Department of Agriculture, USA,1978.
- [5] 贵州省土地普查办公室.贵州省土壤[M].贵阳:贵州科技出版社,1989.
- [6] 洪华生,黄金良,曹文志,等.九龙江流域农业非点源污染机理与控制研究[M].北京:科学出版社,2008.
- [7] 卜兆宏,李全英.土壤可蚀性(K)值图编制方法的初步研究[J].农村生态环境,1995,11(1):51-59.
- [8] 周斌,杨柏林,洪业汤,等.基于GIS的岩溶地区水土流失遥感定量监测研究[J].矿物学报,2000,20(1):132-221.
- [9] 胥彦玲,李怀恩,倪永明,等.基于USLE的黑河流域非点源污染定量研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2006,34(3):138-142.
- [10] 许月卿,邵晓梅.基于GIS和RUSLE的土壤侵蚀量计算:以贵州省猫跳河流域为例[J].北京林业大学学报,2006,28(4):67-71.
- [11] 杨广斌,李亦秋,安裕伦.基于网格数据的贵州土壤侵蚀敏感性评价及其空间分异[J].中国岩溶,2006,25(1):74-78.

(上接第98页)

参考文献:

- [1] 张玲,李广贺,张旭.土壤种子库研究综述[J].生态学杂志,2004,23(2):114-120.
- [2] 闫巧玲,刘志民,李荣平.持久土壤种子库研究综述[J].生态学杂志,2005,24(8):948-952.
- [3] 李红艳,杨晓晖,蒋凤玲,等.我国干旱区草场种子库研究进展[J].河北林果研究,2005,20(2):124-127.
- [4] 曾彦军,王彦荣,南志标,等.阿拉善干旱荒漠区不同植被类型土壤种子库研究[J].应用生态学报,2003,14(9):1457-1463.
- [5] 李秋艳,赵文智.干旱区土壤种子库的研究进展[J].地区科学进展,2005,20(3):350-358.
- [6] 孙建华,王彦荣,曾彦军.封育和放牧条件下退化荒漠草

地土壤种子库特征[J].西北植物学报,2005,25(10):2035-2042.

- [7] 白文娟,焦菊英.土壤种子库的研究方法综述[J].干旱地区农业研究,2006,24(6):195-198.
- [8] 焦树英,韩国栋,李永强,等.不同载畜率对荒漠草原群落结构和功能群生产力的影响[J].西北植物学报,2006,26(3):564-571.
- [9] 吴素琴,温淑萍,杨瑞全.宁夏干草原、荒漠草原及其治理[J].宁夏农林科技,2005(3):35-37.
- [10] 任继周.草业科学研究方法[M].北京:中国农业出版社,1998.
- [11] 刘旭,程瑞梅,肖文发.土壤种子库研究进展[J].世界林业研究,2008(1):27-33.
- [12] 苏楞高娃,敖特根,齐晓荣.封育对沙化典型草原土壤种子库的影响[J].内蒙古草业,2007,19(1):46-48.