

退化草地改建对土壤种子库 及其与植被关系的影响

盛 丽, 王彦龙

(青海省畜牧兽医科学院, 青海 西宁 810016)

摘要: 研究分析了“黑土滩”退化草地及改建后的单播和混播栽培草地土壤种子库特征及其与地上植被的关系。结果表明: 在栽培草地及对照处理中土壤种子库共由 22 种植物组成, 单播、混播和“黑土滩”退化草地分别由 13、12 和 21 种植物组成, 其中多年生杂草类占种数的比例分别为 61.5%、50% 和 61.9%; 各处理种子库组成较小, 单播、混播和“黑土滩”退化草地种子库大小分别为 $(4\ 142.8 \pm 1\ 547.6)$ 、 $(5\ 057.8 \pm 943.3)$ 和 $(1\ 591.5 \pm 876.9)$ 粒/m²。“黑土滩”退化草地植被及土壤种子库表现为较高的相似性, 各处理土壤种子库与地上植被物种相似性较低, 各处理间土壤种子库物种组成相似性较高。

关键词: 黄河源区; “黑土滩”; 栽培草地; 土壤种子库; 生态恢复

中图分类号: S812.8; Q948.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-0629(2010)08-0039-05

*¹ 由于人类活动和自然因素的相互作用, 近年来青藏高原高寒草甸面临着严重的退化问题, 以“黑土滩”退化草甸为主的草甸退化现象日益加剧^[1-4]。“黑土滩”是指在青藏高原海拔 3 700 m 以上的高寒环境条件下, 以嵩草属植物为建群种的高寒草甸草地严重退化后形成的次生裸地, 或原生植被退化呈丘岛状的自然景观^[3]。其基本特征表现为: 植被盖度低, 土壤裸露, 植被以一年和多年生阔叶杂草为主, 高寒草甸的代表性植物——莎草类基本消失。

大量研究证明, 由于“黑土滩”退化草甸属于自然恢复能力较弱的退化类型, 对其仅采取单一的禁牧封育措施在短期内是难以恢复的, 利用多年生牧草将其改建成栽培草地, 不仅可以有效的恢复植被^[5-7], 亦是解决高寒草甸畜牧业高效持续发展的一条重要途径^[8]。

土壤种子库是指存在于土壤上层凋落物和土壤中全部存活种子的总和^[9]。土壤种子库不仅是植被天然更新的物质基础^[10], 而且也是植物种群基因多样性的潜在提供者^[11]。土壤种子库中的种子能够直接参与地上植被的更新和演替, 研究土壤种子库的组成、动态以及它在植被恢复和演替中的作用, 将有助于对高寒草地尤其是退化草地的管理, 有助于在草地的恢复和重建方面采取

正确有效的恢复治理措施^[12-13]。因此研究土壤种子库组成, 将为“黑土滩”退化草地的植被恢复及改建成栽培草地后的可持续管理提供理论依据。

本研究以在“黑土滩”退化高寒草甸上恢复重建的栽培草地为研究对象, 分析土壤种子库变化特征, 旨在为黄河源区“黑土滩”退化草地的恢复治理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 本研究在青海省果洛州玛沁县境内大武镇的东南部 25 km 处, 格多牧委会草地进行, 地处 100° 26′ ~ 100° 41′ E, 34° 17′ ~ 34° 25′ N, 海拔 3 980 m。属高原寒冷气候类型, 年均温 -2.6 °C, ≥ 0 °C 年积温 914.3 °C · d, 日照时数 2 576.0 h, 年降水量 513.02 mm, 5—9 月降水 437.10 mm, 占年降水量的 85.20%。无绝对无霜期, 牧草生长期 110~130 d。

该区域土壤类型为高山草甸土, 植被组成以次生的毒杂草植物为主, 禾草和莎草类植物比例较少, 毒杂草比例较大, 总盖度为 60%~70%。

收稿日期: 2010-04-27

基金项目: 青海省软科学类项目(2009-Z-602); 国家科技支撑项目(2009BAC61B02)

作者简介: 盛丽(1979-), 女, 甘肃天水人, 助理研究员, 硕士, 主要从事高寒草甸生态恢复研究工作。
E-mail: nilanjie@yahoo.com.cn

优势毒杂草植物主要有:大籽蒿(*Artemisia sieversiana*)、白苞筋骨草(*Ajuga lupulina*)、矮生忍冬(*Lonicera minuta*)、甘肃马先蒿(*Pedicularis kansuensis*)、直立梗唐松草(*Thalictrum alpinum* var. *elatum*)、棱子芹(*Pleurospermum pulszkyi*)和细叶亚菊(*Ajania tenuifolia*)等。

1.2 研究方法

1.2.1 样地设置 2002年5月对“黑土滩”实施改建栽培草地的恢复措施:在播种前对“黑土滩”实施鼠害防治、翻地、松耙等农艺措施;播种时,设置2个处理,分别为垂穗披碱草(*Elymus nutans*)单播及垂穗披碱草和星星草(*Puccinella tenuiflora*)以2:1的比例混播2种方式采用条播,行间距为15 cm,播量均为30 kg/hm²,并施底肥(尿素112.5 kg/hm²,二铵37.5 kg/hm²),建植单播及混播草地各250 km²。

栽培草地建植后第1年至次年牧草生长期绝对禁牧,此后各处理区均可在冬季枯草期(11月初一翌年5月底)放牧,夏季生长季(6月初一10月底)禁牧。

2004年4月初,即实施恢复后第3年,分别以单播草地、混播草地及“黑土滩”退化草地作为观测样地,在各样地的典型代表性地段平行设置500 m×500 m的样带。

1.2.2 研究方法

土壤种子库调查:2004年4月,植被返青前对“黑土滩”退化草地及改建后的单播和混播栽培草地的可萌发土壤种子库进行取样。在每个样点采取深度分别为0~5和5~10 cm,面积为15 cm×15 cm的原状土体装入布袋,带回实验室,风干、过筛去除杂物后,将土样均匀平摊在发芽盆内,盆底部留有输水孔,厚度为3~4 cm;在萌发的塑料发芽盆底部预先填上5 cm厚的无种子细砂。用3个填满无种子细砂的塑料盆作为对照来监测是否有由空中传播的种子污染萌发装置。然后置于温室中进行种子发芽和幼苗种属诊断实验。种子发芽试验期间,每天定时喷洒适量水分,使盆内土壤保持湿润状态。种子萌发后,仔细观察和诊断幼苗种属,参照青海植物志^[14]及活体标本,一旦能够判别出一个幼苗的种属,则记其

数(视其为有生命的种子)并将其从盆中轻轻拔掉,直至识别出所有幼苗的种属。

植被群落特征调查:在2004年牧草生长旺盛期(8月),用固定样条法测定单播草地、混播草地及“黑土滩”草地植物群落的种类组成及特征值(分盖度、株高、频度)。将500 cm×500 cm的样条分为50 cm×50 cm的10个子样方,按顺序记录其总盖度、物种组成及其分盖度、株高,2次重复,共计20个子样方。

1.2.3 数据分析

土壤种子库密度用单位面积(1 m²)土壤中有生命力的种子,即萌发种子数。

植被与土壤种子库物种相似性:

$$\text{Spresen 种相似性系数}(Se) = \frac{2C}{(A+B)} \times 100$$

式中,A为土壤种子库的种数,B为地上植被的植物物种数,C为土壤种子库和地上植被共有种的数量。

对采集的数据采用Excel和SAS8.0进行数据处理与统计分析。

2 结果与分析

2.1 植被恢复对退化高寒草甸土壤种子库组成及大小的影响 在栽培草地及对照处理中土壤种子库共有22种植物组成,其中莎草类1种[矮蒿草(*Kobresia humilis*)],禾草类4种[垂穗披碱草(*Elymus nutans*)、冷地早熟禾(*Poa crymophila*)、星星草(*Puccinella tenuiflora*)、早熟禾(*Poa* spp.)],多年生杂草类13种[多裂委陵菜(*Potentilla multifida*)、细叶亚菊、高山唐松草(*Thalictrum alpinum*)、婆婆纳(*Veronica ciliate*)、美丽凤毛菊(*Saussurea bella*)、冷蒿(*Artemisia frigida*)、线蒿(*A. hedinii*)、直立梗唐松草海乳草(*Glaux maritima*)、高山紫苑(*Aster alpinus*)、兔耳草(*Lagotis brachystachya*)、珠芽蓼(*Polygonum viviparum*)、大籽蒿],一年生杂草类4种[西藏点地梅(*Androsace mariae*)、灰绿藜(*Chenopodium glaucum*)、甘肃马先蒿、羽叶点地梅(*Pomatosace filicula*)];单播草地、混播草地和对照分别由13、12和21种植物组成,其中多年生杂草类占种数的比例分别为61.5%、50.0%和

61.9%(表1)。

单播草地、混播草地及“黑土滩”退化草地土壤种子库的大小依次为(4 142.8±1 547.6)、(5 057.8±943.3)和(1591.5±876.9)粒/m²。2种栽培草地土壤种子库组成主要以栽培牧草为主,对照土壤种子库组成则主要以一年生和多年生杂草类为主。

经分析,栽培草地及对照土壤种子库密度在0~5 cm土层均显著高于5~10 cm土层($P < 0.05$)。由此可见,“黑土滩”退化草地土壤种子库主要集中在5 cm以上。这可能因为大多数种子质量较轻,主要依靠风力传播,重力较小不利于种子向深层转移,且有的种子寿命较短,经较长时间转移到深层已经失去活力。

表1 不同处理土壤种子库大小

物种学名	单播(粒/m ²)		混播(粒/m ²)		对照(粒/m ²)		各植物类群占物种总数比例(%)		
	0~5 cm	5~10 cm	0~5 cm	5~10 cm	0~5 cm	5~10 cm	单播	混播	对照
莎草类									
矮嵩草	—	—	—	—	8.9±8.9	—			
禾草类							23.0	25.0	14.3
垂穗披碱草	2 666.7±636.2	311.1±85.6	3 768.9±461.4	471.1±109.0	26.7±25.3	—			
冷地早熟禾	595.6±510.4	26.7±25.3	—	—	17.8±11.3	—			
星星草	—	—	480.0±118.1	—	—	—			
早熟禾	—	88.9±45.4	—	8.9±8.9	—	8.9±8.9			
多年生杂草类							61.5	50.0	61.9
多裂委陵菜	71.1±21.1	106.7±50.0	142.2±99.2	62.2±33.4	160.0±50.0	106.7±43.2			
细叶亚菊	26.9±14.4	8.9±8.9	—	—	53.3±33.8	26.7±9.8			
高山唐松草	88.9±39.8	—	8.9±8.9	8.9±8.9	17.8±11.3	8.9±8.9			
婆婆纳	8.9±8.9	—	8.9±8.9	—	35.6±13.8	—			
美丽凤毛菊	17.8±11.3	26.7±18.0	—	8.9±8.9	8.9±8.9	8.9±8.9			
冷蒿	—	8.9±8.9	—	—	8.9±8.9	8.9±8.9			
线蒿	—	—	—	—	284.4±206.2	—			
直立梗唐松草	—	—	—	—	8.9±8.9	—			
海乳草	—	—	—	—	8.9±8.9	—			
高山紫苑	—	8.9±8.9	—	—	—	8.9±8.9			
兔耳草	—	—	—	8.9±8.9	—	35.6±33.8			
珠芽蓼	—	—	—	—	—	8.9±8.9			
大籽蒿	26.7±18.0	35.6±18.7	—	8.9±8.9	435.6±229.0	204.4±43.7			
一年生杂草类							15.4	25.0	19.0
西藏点地梅	8.9±8.9	—	53.3±42.1	—	17.8±16.9	—			
灰绿藜	—	—	8.9±8.9	—	26.7±12.9	—			
甘肃马先蒿	—	—	—	—	8.9±8.9	8.9±8.9			
羽叶点地梅	—	8.9±8.9	—	8.9±8.9	8.9±8.9	17.8±11.3			
合计(种)	3 511.5±1 269	631.3±278.6	4 471.1±747.5	586.7±195.8	1 138±672.8	453.5±204.1			
总计	4 142.8±1 547.6		5 057.8±943.3		1 591.5±876.9				

2.2 土壤种子库与地上植被的关系 由表 2 可以看出,除了 2 种在“黑土型”退化草地上以多年生禾草为建群种恢复重建的栽培草地禾草类以及“黑土滩”退化草地的莎草类(仅 1 种)地上植被与土壤种子库相似性较高外,其余处理的各类物种均较低。“黑土滩”退化草地植被及土壤种子库表现为较高的相似性,这可能与其植被主要由一年生和多年生杂草组成有关。不同处理之间土壤种子库物种相似性较高(表 3)。这说明对“黑土滩”退化草地实施改建栽培草地的恢复措施仅改变了土壤种子库的大小,对于其组成影响较小。

表 2 不同处理土壤种子库与物种相似性系数

处理	莎草	禾草	一年生杂草	多年生杂草	总物种
单播	0	0.80	0.00	0.21	0.28
混播	0	0.86	0.20	0.17	0.36
对照	1.0	0.50	0.67	0.22	0.58

表 3 不同处理间土壤种子库物种相似性系数

处理	单播	混播	对照
单播	1.00	0.72	0.76
混播		1.00	0.67
对照			1.00

3 讨论与结论

土壤种子库的物种组成和大小一直是土壤种子库研究的基本内容,是开展土壤种子库各方面研究的基础。本研究结果显示,高寒草甸土地退化及恢复重建处理土壤种子库物种组成较小,其中“黑土滩”退化草地最高,为 21 种。土壤种子库的大小为(1 591.5±876.9)~(5 057.8±943.3)粒/m²,居于 Silvertown^[15]的研究结果 10³~10⁶粒/m²之内。

土壤种子库在空间上也呈现一定的规律性。本研究表明高寒草甸各个处理土壤种子库密度在 0~5 cm 土层高于 5~10 cm 层。种子密度在垂直分布上呈现出由表层土壤向深层逐层减少的变化规律。种子在土壤剖面上具有递减的垂直分布,使种子库具有立体结构,影响着种子库种子的留存、萌发,从而影响着原有植被的恢复与重建^[16]。一般来说,下层种子由于所处的水热环境

相对稳定,种子存活时间一般长于表层种子^[17]。种子库垂直分布与种子的大小和寿命有关^[18-19]。

土壤种子库和地上植被的关系主要有 2 种情况,具相似性和不具相似性。土壤种子库和地上植被相似性的研究采用的指标主要包括 Simpson 指数、Sorensen 指数、群落系数等^[20],还有一些只列出两者之间共同的物种数目。不同的群落类型,其土壤种子库和地上植被的相似性不同。本研究表明由于“黑土滩”退化草地的土壤种子库和地上植被均为次生杂草类物种占优势,且主要以有性繁殖为主,表现较高的相似性。“黑土滩”草地经改建为栽培草地后多年生禾本科牧草取代次生杂草类成为草地优势种群,且改建第 2 年许多杂草已不能入侵栽培草地,因此,2 种栽培草地种子库和地上植被相似性较低。

由于“黑土滩”退化草地中高寒嵩草植被和土壤种子库中嵩草属植物几乎为零,而且草皮层被破坏,水土流失严重,此类退化草地要恢复到原生植被状态非常困难。利用多年生禾本科牧草改建“黑土滩”退化草地大大降低了地上植被和地下土壤种子库中的杂草比例。这不仅使得以次生的毒杂草为主的“黑土滩”得以恢复,同时也解决了高寒草甸退化过程中草畜矛盾问题,为青藏高原生态畜牧业的持续有效发展提供了新途径^[21]。

参考文献

- [1] 李希来,黄葆宁.“黑土滩”退化草地补种禾草和嵩草试验初报[J]. 青海畜牧兽医杂志,1996,26(4):9-11.
- [2] 马玉寿,郎百宁. 建立草业系统恢复青藏高原“黑土滩”退化草地植被[J]. 草业科学,1998,15(1):5-9.
- [3] 马玉寿,郎百宁,王启基.“黑土滩”退化草地研究工作的回顾与展望[J]. 草业科学,1999,16(2):5-8.
- [4] 马玉寿,郎百宁,李青云,等. 江河源区高寒草甸退化草地恢复与重建技术研究[J]. 草业科学,2002,19(9):1-5.
- [5] 马玉寿,施建军,董全民,等. 人工调控措施对“黑土型”退化草地垂穗披碱草人工草地植被的影响[J]. 青海畜牧兽医杂志,2006,36(2):1-3.
- [6] 史惠兰,王启基,景增春,等. 江河源区人工草地及“黑土滩”退化草地群落演替与物种多样性动态[J].

- 西北植物学报, 2005, 25(4): 655-661.
- [7] 曹广民, 龙瑞军. 三江源区“黑土滩”型退化草地自然恢复的瓶颈及解决途径[J]. 草地学报, 2009, 17(1): 4-9.
- [8] 张耀生, 赵新全, 黄德清. 青藏高寒牧区多年生人工草地持续利用的研究[J]. 草业学报, 2003, 12(3): 22-27.
- [9] Simpson R L. Ecology of soil seed bank[M]. San Diego: Academic Press, 1989: 149-209.
- [10] Moles A T, Drake D R. Potential contributions of the seed rain and seed bank to regeneration of native forest under plantation pine in New Zealand [J]. New Zealand Journal of Botany, 1999(37): 83-93.
- [11] Harper J L. Population biology of plants[M]. London: Academic Press, 1977: 256-263.
- [12] 段吉闯, 周华坤, 汪诗平, 等. 高寒草地土壤种子库研究进展及展望[J]. 草业科学, 2009, 26(2): 39-46.
- [13] 尚占环, 徐鹏彬, 任国华, 等. 土壤种子库研究综述——植被系统中的作用及功能[J]. 草业学报, 2009, 18(2): 175-183.
- [14] 中国科学院西北高原生物研究所青海植物志编辑委员会. 青海植物志(1-4卷)[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1999.
- [15] Silvertown J W. Introduction to plant population ecology[M]. London: Longman, 1982: 22-37.
- [16] 赵凌平, 程积民, 万惠娥. 黄土高原草地封育与放牧条件下土壤种子库特征[J]. 草业科学, 2008, 25(10): 78-83.
- [17] Nathalie C, Jean R E, Bruno C, *et al.* Modelling vertical and lateral seed bank movements during mouldboard ploughing[J]. European Journal of Agronomy, 2000, 3(2-3): 111-124.
- [18] Bekker R M, Bakker J P, Grandin U, *et al.* Seed size, shape and vertical distribution in the soil: indicators of seed longevity [J]. Functional Ecology, 1998, 12: 834-842.
- [19] Hodkinson D J, Askew A P, Thompson K, *et al.* Ecological correlates of seed size in the British flora [J]. Functional Ecology, 1998, 12: 762-766.
- [20] 王相磊, 周进, 李伟, 等. 洪湖湿地退耕初期种子库的季节动态[J]. 植物生态学报, 2003, 27(3): 352-359.
- [21] 董文斌, 马玉寿, 董全民, 等. 退耕还草多年生草地上生物量及牧草营养成分研究[J]. 草业科学, 2010, 27(2): 54-58.

Effects of rehabilitation of “black soil type” degraded grassland into sowing grasslands on soil seed bank and its relationship with vegetation in the source area of Yellow River

SHENG Li, WANG Yan-long

(Qinghai Academy of Animal and Veterinary Science, Qinghai Xining 810016, China)

Abstracts: Soil seed bank and its relationship with aboveground vegetation of “black soil type” degraded grassland and two sowing grasslands, single seed and mixed seeds treatments were studied. The result showed that the soil seed bank is composed by 22 species in sowing grasslands and CK. Single seed grassland, mixed seeds grassland and “black soil type” degraded grassland are composed by 13, 12 and 21 species respectively. Perennial weeds proportion of total number of species was 61.5%, 50% and 61.9%. The size of soil seed bank of each experiment treatment is small. The seeds number of single seed grassland, mixed seeds grassland and “black soil type” degraded grassland is $(4\ 142.8 \pm 1\ 547.6)$, $(5\ 057.8 \pm 943.3)$ and $(1\ 591.5 \pm 876.9)$ seeds/m² respectively. The similarity of species between soil seed bank and aboveground vegetation of “black soil type” degraded grassland is high. But it is low of each treatment. And the similarity is high between two treatments.

Key words: the Source Region of Yellow River; Black Soil Beach; Sowing grassland; Soil seed bank; Ecological rehabilitation