

网络出版时间:2015-03-12 14:17

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2015.04.020

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20150312.1417.020.html>

围栏和退化条件下西藏高山嵩草草甸 土壤种子库的比较

王向涛¹, 高 洋², 苗彦军¹, 孙 磊¹, 赵玉红¹, 张泽生¹, 刘金卫¹

(1 西藏大学 农牧学院, 西藏 林芝 860000; 2 中国科学院水利部 成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

【摘要】【目的】研究围栏和退化对西藏邦杰塘高山嵩草草甸土壤种子库的影响,并探讨土壤种子库在地上植被群落构建中的作用,为高寒地区退化草甸生态系统的恢复与重建提供理论参考。【方法】采用幼苗萌发法,研究在围栏、退化条件下,西藏邦杰塘高寒草甸地上植被群落的物种组成、土壤种子库中物种种类、种子数量等特征及地上植被与土壤种子库物种组成之间的关系。【结果】围栏样地的地上植被群落中共出现 18 个物种,多年生禾本科、莎草科植物占主要地位;退化样地地上植被群落中共出现 15 个物种,以杂草类植物占据优势,其大多属于菊科、蔷薇科、毛茛科和龙胆科等。退化样地土壤种子库密度达 5 489.4 粒/m²,显著($P < 0.05$)高于围栏样地的 4 029.3 粒/m²,退化样地土壤种子库密度主要依赖于菊科、龙胆科、蔷薇科等杂草类种子的输入,3 个科的植物种子数占种子总数的 64.6%;与退化样地比较,围栏样地土壤种子库的物种多样性指数和丰富度指数均显著提高($P < 0.05$)。围栏样地土壤种子库与地上植被物种组成之间相似性较低,Sorensen 相似性指数仅为 0.44;退化样地中高草属植物严重退化,地上植被群落中依靠种子繁殖的杂草类所占比例较高,地上植被与土壤种子库表现出较高的相似性,相似性指数为 0.72。【结论】种子库在地上植物群落构建中起到重要作用,但其对地上植被的贡献大小在围栏和退化条件下表现不同。围栏样地以高山嵩草、大花嵩草、紫花针茅为优势种,围封措施减少了环境的扰动,但其土壤种子库密度较低,说明在群落更新过程中,多年生禾本科、莎草科植物的种子萌发苗只起到辅助作用。

【关键词】 高山嵩草草甸;围栏;退化草地;土壤种子库;物种多样性;植物生活型

【中图分类号】 S812.8

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2015)04-0203-07

Comparison of soil seed banks under fenced and degraded conditions in alpine meadow of Tibet

WANG Xiang-tao¹, GAO Yang², MIAO Yan-jun¹, SUN Lei¹,
ZHAO Yu-hong¹, ZHANG Ze-sheng¹, LIU Jin-wei¹

(1 Agricultural and Animal Husbandry College of Tibet University, Linzhi, Tibet 860000, China;

2 Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu, Sichuan 610041, China)

Abstract: 【Objective】 This paper studied the effects of fencing and degradation on soil seed banks in alpine meadow of Bangjietang area in Tibet to understand the role of soil seed bank in construction of aboveground vegetation communities, which would provide theoretical basis for the restoration and reconstruction of degraded ecosystems in alpine regions in Bangjietang, Tibet. 【Method】 Seedling germination method was adopted to survey species composition of aboveground vegetation and features of soil seed

【收稿日期】 2013-11-19

【基金项目】 国家科技支撑计划项目(2011BAD17B05-4, 2011BAC09B03);国家自然科学基金项目(31160312);西藏大学农牧学院青年基金项目(2012022)

【作者简介】 王向涛(1983—),男,河南开封人,讲师,硕士,主要从事草地生态及牧草种质资源研究。E-mail:869713936@qq.com

【通信作者】 苗彦军(1971—),男,内蒙古四子王旗人,副教授,硕士生导师,主要从事草地生态及牧草种质资源研究。

E-mail:myj666@126.com

banks including species types and seed numbers under fenced and degraded conditions in alpine regions in Bangjietang, Tibet. Moreover, the relationship between vegetation aboveground and composition of seed banks was discussed. 【Result】 In the fenced sample area, 18 species were observed in the aboveground community with the dominating species of Poaceae and Cyperaceae. There were 15 species in the degraded sample area. Forbs dominated in aboveground vegetation community and most of which belonged to four families including Asteraceae, Gentianaceae, Rosaceae, and Ranunculaceae. The seed density in degraded sample area was 5 489.4 seeds/m², significantly greater than that in fenced sample area (4 029.3 seeds/m²) ($P < 0.05$). The seed density in the degraded sample area mainly relied on the inputs of Forbs seeds such as Asteraceae, Gentianaceae, and Rosaceae, and the seed number from the three families accounted for up to 64.6% of the total seed number. Compared with degraded sample area, both species diversity indexes and richness index were significantly increased in fenced sample area ($P < 0.05$). The similarity between the soil seed banks and the vegetation compositions in the aboveground vegetation was low, and the Sorensen index was only 0.44 in the fenced sample area. In the degraded sample area, the degeneration of *Kobresia* was severe. The proportion of forbs which relied on seed propagation from the aboveground vegetation community was high, and the similarity between aboveground vegetation and soil seed bank was as high as 0.72. 【Conclusion】 The soil seed bank played an important role in the plant community construction. However, its contributions to the aboveground vegetation behaved differently in fence and degraded conditions. The dominated species in the fenced sample area were *Kobresia pygmaea*, *Macrofloral kobresia*, and *Stipa purpurea*. Fencing decreased the environment disturbance, but decreased the soil seed bank density, indicating that seedling sprouts of Gramineae and Cyperaceae plants only played a supporting role in the process of community regeneration.

Key words: *Kobresia pygmaea* alpine meadow; fence; degraded grassland; soil seed bank; species diversity; plant form

土壤上层凋落物和土壤中全部有活性的种子构成了土壤种子库^[1]。土壤种子库时期又被称为潜种群阶段,当条件适宜时,土壤种子库将从潜在的种群变成现实的种群^[2]。土壤种子库作为地上植被重要的种源储备库,其种类组成及数量状况,在一定程度上影响着植被群落的演替方向和进度^[3]。退化草地的恢复及重建与土壤种子库的动态变化密切相关。在退化草地改良措施中,围栏被认为是一种简易有效、应用范围广泛的管理手段。

西藏作为中国五大牧区之一,拥有复杂的草地类型,其中高寒类草地占全区草地面积的 70.17%。高寒类草地生态系统稳定与否,无论是对全球气候还是藏民族世代经营的传统畜牧业,都具有深远的影响。近年来,随着掠夺式放牧活动日趋严重,加上地理位置特殊及日益明显的暖干化气候变化,使得该类草地严重退化。草地的退化已严重影响了当地社会和经济的发展,也不利于国家可持续发展战略和生态安全保障的落实^[4]。因此,对土壤种子库时空动态与围栏恢复措施等进行研究,有利于高寒草地畜牧业的发展。关于土壤种子库的研究在世界范

围内不同植物群落中均有开展^[5-8],然而针对高寒草甸不同生境条件下土壤种子库变化及其影响因素等的研究较少。为此,本研究在西藏邦杰塘高山嵩草草甸的围栏和退化试验地内设置样地,分析地上植被群落的物种组成、土壤种子库中物种种类和种子数量以及地上植被与土壤种子库的关系,并探讨土壤种子库对退化植被群落恢复的作用及所需条件,以为高寒地区退化草甸生态系统的恢复与重建提供理论参考。

1 研究区与研究方法

1.1 研究区自然概况

试验地点位于西藏林芝地区工布江达县境内的邦杰塘野外研究站(29°87'N, 93°38'E),海拔 4 450 m,年平均气温 -3.8℃,1 月份平均气温 -10.5℃,7 月份平均气温 9.3℃,≥0℃年积温 2 000℃左右。年均日照时数 2 016 h,没有绝对无霜期,牧草生长期 120 d 左右。年降水量 550 mm,雨水集中于 6—9 月份(约占年降水量的 90%),年均风速 3 m/s。主要的植物种类有高山嵩草(*Kobresia pyg-*

maea)、紫花针茅(*Stipa purpurea*)、西藏粉报春(*Primula pumilio*)、高山点地梅(*Androsace gmelinii*)、马先蒿(*Pedicularis reaupinanta*)、鹅绒委陵菜(*Potentilla ansrina*)、条裂银莲花(*Anemone trullifolia*)、独一味(*Lamiophlomis rotata*)、肉果草(*Lancea tibetica*)、火绒草(*Leontopodium alpinum*)、高山大戟(*Euphorbia stracheyi*)、高山红景天(*Rhodiola rosea*)、高原唐松草(*Thalictrum cultratum*)、西藏羊茅(*Festuca wallichanica*)等,属于高山嵩草草甸。

1.2 研究方法

1.2.1 样地设置 西藏邦杰塘野外研究站于2010年建立。围栏样地从2010-04采用刺铁丝网进行围封,面积约2 hm²,植被盖度90%左右,主要物种是高山嵩草、大花嵩草、紫花针茅、西藏羊茅、黑褐苔草。退化样地距围栏样地约800 m,面积5 hm²左右,植被盖度60%左右,由于长时间过度超载放牧及不当管理,样地内植被退化严重,主要优势种分属于菊科、蔷薇科、毛茛科等。

1.2.2 土壤种子库取样 在2个被调查的样地内,分别沿着对角线设置3个面积为100 m²(10 m×10 m)的子样地。2012-04在每个子样地内随机选取15个面积为0.5 m×0.5 m的样方,共计90个样方。在每个样方内,用内容积为100 cm³的土壤环刀取0~10 cm土层的土样(包括地上的枯枝落叶),装入布袋编号后带回实验室。

1.2.3 土壤种子库物种鉴定 草地生态系统中,借助幼苗萌发法通常可以检测出土壤种子库中90%以上的物种,结果比较可靠和有效,而且比起较小的牧草种子,幼苗的鉴定要容易得多^[9]。因此本试验采用幼苗萌发法估算种子库中可萌发物种种子的组成情况。将去除砾石、粗根系后的土样过2层筛子(上层孔径2 mm,下层孔径0.5 mm)进行分离,最后将过滤物均匀平摊在发芽盘内,厚度约2 cm,在培养箱(温度20~25 ℃)内进行室内萌发。萌发期间,每天定时向发芽盘中喷洒适量水分^[10]。对土壤种子库种子进行分类鉴定时,对比野外采集的种子标本,同时参考《西藏植物志》。

1.2.4 植物群落调查 2012-08进行地上植被群落调查,此时邦杰塘研究站高寒草甸植物生长最为旺盛,植被群落多样性处于最高时期。在每个子样地内土壤种子库取样点的周围随机布置0.5 m×0.5 m的样方,总共90个样方。统计样方内植物种类、盖度及生活型等;在植物种子成熟过程中采集种子

样品,以此对土壤种子库中的种子进行分类鉴别。

1.2.5 数据处理 根据各样地土壤种子库物种种类及种子数量,采用Margalef丰富度指数(R)和Shannon-Wiener物种多样性指数(H)^[11]计算土壤种子库的物种多样性,采用Peilow系数公式^[12]计算种子库物种的均匀度指数(E)。计算公式如下:

$$R = (S - 1) / \ln N;$$

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i \ln P_i);$$

$$E = H / \ln S.$$

式中: S 为种子库物种总数, N 为种子库种子总数, P_i 为第*i*种植物种子数占种子库总种子数的比例。

土壤种子库与地上植被的相似性,采用Sorensen指数(SC)^[13]表示:

$$SC = 2C / (S1 + S2).$$

式中: C 是在植被与土壤种子库中共有的物种数目, $S1$ 和 $S2$ 分别对应地上植被和土壤种子库中各自出现的物种数目。

采用SPSS 15.0软件对试验数据进行单因素方差分析,并采用LSD多重检验法检验各处理间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 围栏和退化对高山嵩草草甸地上植被及土壤种子库物种的影响

围栏样地内的优势植物种为高山嵩草、大花嵩草、紫花针茅,多年生禾本科、莎草科植物在围栏样地内占主要地位。围栏样地地上植被群落中共出现植物18种;退化样地地上植被群落中共出现植物15种,以杂草类植物占据优势,主要分属于菊科、蔷薇科、毛茛科和龙胆科;围栏样地土壤种子库中有36个物种,其中单子叶植物11种,双子叶植物25种;退化样地土壤种子库中有24个物种,其中单子叶植物5种,双子叶植物19种(表1)。以生活型划分,围栏样地土壤种子库中1年生草本植物7种,多年生草本植物29种;退化样地土壤种子库中1年生草本植物8种,多年生草本植物16种(表1)。研究结果表明,围封措施下土壤种子库的物种数量相对较多,且多年生植物和禾本科植物比例有所增加。

2.2 围栏和退化对高山嵩草草甸土壤种子库特征的影响

由表2可知,退化样地种子库密度为5 489.4粒/m²,显著高于围栏样地($P < 0.05$);与退化样地相比,围栏样地土壤种子库物种多样性指数和丰富

度指数均显著提高($P < 0.05$),均匀度指数则有所降低。说明利用围栏封育减少了扰动,可以增加土壤种子库物种的多样性。

表 1 围栏和退化对高山嵩草草甸地上植被及土壤种子库物种组成的影响

Table 1 Composition of aboveground vegetation and soil seed banks in fenced and degraded sites

处理 Treatment	物种数目 Number of species	1 年生植物 Annuals	多年生植物 Perennials	单子叶植物 Monocotyledons	双子叶植物 Dicotyledons
围栏封育样地地上植被 Aboveground vegetation of fenced site	18	2	16	5	13
退化样地地上植被 Aboveground vegetation of degraded site	15	4	11	2	13
围栏封育样地土壤种子库 Soil seed bank of fenced site	36	7	29	11	25
退化样地土壤种子库 Soil seed bank of degraded site	24	8	16	5	19

表 2 围栏和退化对高山嵩草草甸土壤种子库特征的影响

Table 2 Features of soil seed banks in fenced and degraded sites

样地 Plot	种子密度/ (粒·m ⁻²) Seed density	Margalef 丰富度指数(R) Margalef richness index	Shannon-Wiener 多样性指数(H) Shannon-Wiener diversity index	Pielou 均匀度指数(E) Pielou uniformity index
围栏样地 Fenced site	4 029.3 ± 416.7 b	2.40 ± 0.14 a	1.51 ± 0.07 a	0.29 ± 0.01 b
退化样地 Degraded site	5 489.4 ± 548.2 a	1.99 ± 0.11 b	1.18 ± 0.03 b	0.37 ± 0.02 a

注:表中数据为“平均值±标准差”;同列数据后标不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。

Note: The figures in the table are “means ± SD”. Different letters in each column indicate significant difference at $P < 0.05$.

由表 3 可以看出,围栏样地土壤种子库中多年生禾本科、莎草科植物种子数占种子库种子总数的 74.6%,其中莎草科嵩草属的高山嵩草种子数量最多,所占比例高达 39.7%;另外,玄参科的马先蒿、菊科的风毛菊和蒲公英、龙胆科的麻花苳在围栏样地中的种子库密度相对较大,其种子数比例总计为

12.2%。退化样地土壤种子库密度主要依赖于菊科、龙胆科、蔷薇科等杂草类种子的输入,这 3 个科的植物种子数占种子总数的 64.6%。研究结果显示,无论是排除干扰的围栏样地,还是放牧严重的退化样地,其土壤种子库中 70%左右的种子均由少数(3~6 个)物种所占据。

表 3 围栏和退化对高山嵩草草甸土壤种子库中主要物种及其种子数量比例的影响

Table 3 Primary species and their seed number ratios in soil seed banks in fenced and degraded sites

科别 Family	植物种类 Species	种子数量比例/% Ratio of seed number	
		围栏样地 Fenced site	退化样地 Degraded site
莎草科 Cyperaceae	高山嵩草 <i>Kobresia pygmaea</i>	39.7	3.6
	大花嵩草 <i>Macrofloral kobresia</i>	23.4	—
	黑褐苔草 <i>Carex atrofusca</i>	4.6	2.4
禾本科 Poaceae	紫花针茅 <i>Stipa purpurea</i>	4.2	—
	西藏羊茅 <i>Festuca wallichanica</i>	2.7	—
龙胆科 Gentianaceae	麻花苳 <i>Gentiana straminea</i>	2.8	8.7
	龙胆 <i>Gentiana scabra</i>	1.4	10.9
菊科 Asteraceae	风毛菊 <i>Saussurea japonica</i>	2.9	14.1
	细叶亚菊 <i>Ajaniatenuifolia</i>	1.1	—
	臭蒿 <i>Artemisia hedinii</i>	—	5.7
	矮火绒草 <i>Leontopodium nanum</i>	1.6	5.8
	蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>	2.0	3.9
蔷薇科 Rosaceae	鹅绒委陵菜 <i>Potentilla ansrina</i>	1.0	6.1
	钉柱委陵菜 <i>P. saundersiana royle</i>	0.9	9.4
毛茛科 Ranunculaceae	条裂银莲花 <i>Anemone trullifolia</i>	0.2	7.0
玄参科 Scrophulariaceae	马先蒿 <i>Pedicularis reupinanta</i>	4.5	11.3
藜科 Chenopodiaceae	灰绿藜 <i>Chenopodium glaucum</i>	—	4.6
其他种 Other species		7.0	6.5

注:“—”表示各样地土壤种子库中无该植物出现。

Note: “—” shows that this species did not appear in soil seed bank.

2.3 围栏和退化对高山嵩草草甸土壤种子库与地上植被物种构成相似性的影响

表4显示,围栏样地中土壤种子库物种与地上植被物种之间的相似性较低,Sorensen相似性指数

仅为0.44;退化样地中嵩草属植物严重退化,地上植被群落和土壤种子库中以依靠种子繁殖的杂草类植物所占比例较高,地上植被与土壤种子库表现出较高的相似性,相似性指数为0.72。

表4 围栏和退化对高山嵩草草甸土壤种子库与地上植被物种构成相似性的影响

Table 4 Sorensen similarity of species composition between soil seed bank and above ground vegetation in fenced and degraded sites

项目 Item	地上植被(物种) Aboveground vegetation(species)	土壤种子库(物种) Soil seed bank (species)	共有植物(物种) Common species (species)	Sorensen 相似性指数 Sorensen index
围栏样地 Fenced site	36	18	12	0.44
退化样地 Degraded site	24	15	14	0.72

3 讨论

3.1 土壤种子库的组成和密度

物种生物学特性、干扰方式、退化程度等因素,都会对土壤种子库密度产生影响。Harper^[14]对不同植被类型土壤种子库密度的研究结果进行归纳后认为,草地土壤种子库密度为 $10^3 \sim 10^6$ 粒/ m^2 。邓自发等^[15]对矮嵩草草甸种子库的研究结果表明,种子库密度为19 907粒/ m^2 。本研究中土壤种子库密度平均为4 759.4粒/ m^2 ,其中退化样地种子库密度达到5 489.4粒/ m^2 ,处在Harper^[14]的结果范围之内,显著($P < 0.05$)高于围栏样地的4 029.3粒/ m^2 。本研究结果支持了尚占环等^[16]关于青藏高原黄河源区退化高寒草甸研究中“较高退化程度具有较大的土壤种子库密度”的结论。

植被群落各物种在生殖对策、环境耐受性、种子特征等方面的差异,影响其在地上植被群落及土壤种子库中的分布格局和所占比例。本研究发现,围栏样地土壤种子库中,莎草科植物种子总数所占比例最高,达67.7%。另外,马先蒿、风毛菊、蒲公英、麻花苣在围栏样地中的种子库密度相对较大,所占比例总计为12.2%。但是总体而言,围栏样地杂草类所占比例普遍较小,属于常见种甚或偶见种。尽管围栏样地中菊科、龙胆科、蔷薇科等部分杂草类物种对土壤种子库有一定的贡献,但在退化样地中这些杂草类植物所占比例显著增加,有的甚至一跃成为优势种。本研究认为,由于过度干扰、频繁的践踏和采食,多年生优良禾草、莎草生长受到抑制,其种子库中的种子数量所占比例大大降低。这在一定程度上给菊科、蔷薇科、龙胆科等杂草类提供了生长繁殖的好机会。因此,退化样地种子库密度主要依赖于菊科、龙胆科、蔷薇科等杂草类种子的输入。这些杂草类以有性繁殖为主,同时放牧使得土壤种子库

中的种子持久留存,并且不易萌发,长时间的积累扩大了种子库^[17]。另外,本研究结果表明,无论是排除干扰的围栏样地,还是放牧严重的退化样地,土壤种子库的70%左右均由少数(3~6个)物种所占据,这与Amiaud等^[18]的研究结果基本一致。

邓自发等^[19]关于高山嵩草的室内萌发试验结果表明,与较高的室内萌发率相比,自然条件下的萌发率仅为3%,并推测在青藏高原的特殊条件下,高山嵩草通过无性克隆以延续其种群优势地位。本研究认为,在围栏样地,作为建群种的高山嵩草,种子数量最多,所占比例高达39.7%。与其他物种相比,虽然高山嵩草种子量相当可观,但其在地上植被中所占优势与数量并不完全相称。紫花针茅在高寒草甸分布广泛,是少数能结实的禾本科牧草,本研究发现,围栏样地中紫花针茅等禾本科植物作为优势种,其在土壤种子库中的比例并不高。故有如下推测:首先,围栏使地上植被群落中的高山嵩草、紫花针茅能够较好地通过光照和养分的竞争而形成强大的分蘖,坚持营养繁殖为主;其次,尽管围栏排除了干扰,提供了相对优良的环境,使得大部分物种能够完成生活史,获得一定数量的种子,但部分种子在扩散及归入种子库过程中损失掉,没能形成持久的种子库。因此认为,为了适应恶劣的环境,高寒草甸多年生禾草、莎草植物,主要通过分蘖方式形成幼苗,而种子库种子萌生苗对地上种群的补充只起到辅助作用。

3.2 土壤种子库物种多样性的变化

物种多样性通常与其组成种类的丰富度及物种间个体分布的均匀度有关,反映了物种在特定生存环境下的丰富度与异质性^[11]。地上植被群落的构成及各物种生物学特性等,是影响土壤种子库物种组成的主要因素。

关于冷嵩草原土壤种子库的研究认为,尽管各

物种种子数量有的增加,有的减少,有的先增加后减少或先减少后增加,但是超载过牧条件下的土壤种子库物种种类有大量减少^[20]。本研究表明,与退化样地相比,围栏样地的地上植被物种数量有所提高,土壤种子库物种多样性也显著高于退化样地($P < 0.05$)。说明围栏条件下,土壤种子库物种组成有所增加。此结果与放牧和封育条件下退化沙质草地土壤种子库特征结果^[21]一致,同时支持 Meissner 等^[22]关于放牧降低了土壤种子库物种多样性的观点。

退化样地由于过度放牧等掠夺式利用,使土壤理化性状下降,多年生优良草本植物比例呈减小态势。尽管由于几种杂草类植物种子产量多,使退化样地种子库密度较大,但退化样地种子库中物种多样性偏低,且杂草类植物物种所占比例过高。从放牧价值角度讲,退化草地牧草适口性降低,且自行恢复比较困难。围封可有效提高草地优良牧草种子库密度,补播则在一定程度上可以改变土壤种子库的竞争格局。因此采取围栏措施,创造有利于禾本植物休养生息的环境,同时采用本地多年生优良牧草种子进行补播,将是解决高寒草甸退化和草畜矛盾持续有效的新途径。

3.3 土壤种子库与地上植被物种组成的相似性分析

土壤种子库研究中,地上植被与土壤种子库物种组成之间的关系始终受到关注。土壤种子库与地上植被物种组成的相似性受到演替阶段、研究方法、干扰等因素的影响。同时,因为物种在繁殖策略、种子产量、种子大小等方面的差别,地上植被群落特性与土壤种子库特征之间的关系变得更加复杂,以往的相关研究并没有得出统一的结论。比如 Gul 等^[23]研究盐碱地种子库动态时发现,种子库的物种组成与地表 1 年生、多年生的含盐基质植被的相似性很高,表明土壤种子库与地上植被的相似性与所在的生境有关。Thompson 等^[24]则认为,土壤种子库的组成与地面植被关系并不密切,尤其是在成熟林地生境条件下。

本研究中,退化样地由于蒿草属植物严重退化,其地上植被群落和土壤种子库均是杂草类占优势,这些杂草类多以有性繁殖为主,因此地上植被与土壤种子库表现出较高的相似性。这与袁莉等^[25]的观点,即“地上植被和土壤种子库的相似性与干扰有关,特别是在较大频率的干扰下,二者的相似性较高”一致。围栏样地土壤种子库与地上植被之间的

相似性较低,Sorensen 相似性指数为 0.44。长期严酷的环境,比如北极和高山气候,对植物更新方式产生了巨大影响,在如此恶劣的条件下,无性繁殖的适应性更具有优势。Sammul 等^[26]的研究也证实,很多多年生禾本科、莎草科草本植物,通过形成持久根状茎、匍匐茎来克隆更新,以延续种群。因此认为,围栏样地植被群落以高山嵩草、紫花针茅等多年生优良草本植物为优势物种,多是依靠克隆方式生长。

4 结 论

1)退化样地土壤种子库密度显著高于围栏样地,种子密度高达 5 489.4 粒/ m^2 。围栏样地虽然排除干扰,使得大部分物种能够完成生活史,获得一定数量的种子,但土壤种子库密度较低。这与不同生活型植物所占比例及其在不同生境下生殖对策的差异有关。因此认为,高寒草甸多年生禾本科、莎草科草本植物,主要通过分蘖方式形成幼苗,地下种子萌生苗只起到辅助作用。

2)土壤种子库对地上植被的贡献在围栏和退化条件下表现不同。退化样地地上植被与种子库物种组成相似性较高,且均以杂草类占优势,种子库在其地上植物群落构建中起到重要作用。

[参考文献]

- [1] Simpson R L. Ecology of soil seed bank [M]. San Diego: Academic Press, 1989: 149-209.
- [2] Coffin D P, Lauenroth W R. Spatial and temporal variation in the seed bank of a semiarid grassland [J]. American Journal of Botany, 1989, 76(1): 53-58.
- [3] Jalili A, Hamzeh B, Asri Y. Soil seed banks in the Arasbaran protected area of Iran and their significance for conservation management [J]. Biological Conservation, 2003, 109: 425-431.
- [4] 崔庆虎, 蒋志刚, 刘季科. 青藏高原草地退化原因述评 [J]. 草业科学, 2007, 24(5): 20-26.
Cui Q H, Jiang Z G, Liu J K. A review of the cause of rangeland degradation on Qinghai-Tibet Plateau [J]. Pratacultural Science, 2007, 24(5): 20-26. (in Chinese)
- [5] 安树青, 林向阳, 洪必恭. 宝华山主要植被类型土壤种子库初探 [J]. 植物生态学报, 1996, 20(1): 41-50.
An S Q, Lin X Y, Hong B G. A preliminary study on the soil seed banks of the dominant vegetation forms on Baohua Mountain [J]. Acta Phytoecologica Sinica, 1996, 20(1): 41-50. (in Chinese)
- [6] 王俊, 白瑜. 土壤种子库研究的几个热点问题 [J]. 生态环境, 2006, 15(6): 1372-1379.
Wang J, Bai Y. The hot topics and perspectives of soil seed bank research [J]. Ecology and Environment, 2006, 15(6): 1372-1379. (in Chinese)

- [7] Johnson E A. Buried seed populations in the subarctic forest east of Great Slave Lake, northwest territories [J]. Canadian Journal of Botany, 1975, 53(24): 2933-2941.
- [8] Augusto L, Dupouey J L, Picard J F, et al. Potential contribution of the seed bank in coniferous plantations to the restoration of native deciduous forest vegetation [J]. Acta Oecologica, 2001, 22(2): 87-98.
- [9] Pugnaire F I, Zaro R L. Seed bank and under storey species composition in a semiarid environment: The effect of shrub age and rainfall [J]. Annals of Botany, 2000, 86: 807-813.
- [10] 詹学明, 李凌浩, 李鑫. 放牧和围栏条件下克氏针茅草原土壤种子库的比较 [J]. 植物生态学报, 2005, 29(5): 747-752.
Zhan X M, Li L H, Li X. Effects of grazing on the soil seed bank of a *Stipa krylovii* steppe community [J]. Journal of Plant Ecology, 2005, 29(5): 747-752. (in Chinese)
- [11] 孙儒永, 李博, 诸葛云, 等. 普通生态学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1993: 135-137.
Sun R Y, Li B, Zhuge Y, et al. General ecology [M]. Beijing: High Education Press, 1993: 135-137. (in Chinese)
- [12] 任继周. 草业科学研究方法 [M]. 北京: 农业出版社, 1998: 1-8.
Ren J Z. Methods of grassland science research [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1998: 1-8. (in Chinese)
- [13] Magurran A E. Ecological diversity and its measurement [M]. Princeton New Jersey: Princeton University Press, 1988: 167-182.
- [14] Harper J L. Population biology of plant [M]. London: Academic Press, 1977: 256-263.
- [15] 邓自发, 周兴民, 王启基. 青藏高原矮嵩草草甸种子库的初步研究 [J]. 生态学报, 1997, 16(5): 19-23.
Deng Z F, Zhou X M, Wang Q J. The studies of *Kobresia humilis* meadow in Tibetan Plateau [J]. Chinese Journal of Ecology, 1997, 16(5): 19-23. (in Chinese)
- [16] 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.
Shang Z H, Xu P B, Ren G H, et al. Review of soil seed bank studies: Soil seed bank function in natural ecosystem [J]. Acta Agrestia Sinica, 2009, 18(2): 175-183. (in Chinese)
- [17] 张蕾, 张春辉, 杜国祯, 等. 青藏高原东缘 31 种常见杂草种子萌发特性及其与种子大小的关系 [J]. 生态学报, 2011, 30(10): 2115-2121.
Zhang L, Zhang C H, Du G Z, et al. Seed germination characteristics and their correlations with seed sizes of 31 common weeds in eastern Qinghai-Tibet Plateau [J]. Chinese Journal of Ecology, 2011, 30(10): 2115-2121. (in Chinese)
- [18] Amiaud B, Touzard B. The relationships between soil seed bank, aboveground vegetation and disturbances in old embanked marshlands of Western France [J]. Flora, 1999, 199: 25-35.
- [19] 邓自发, 谢晓玲, 周兴民, 等. 高寒草甸小嵩草种群繁殖生态学 [J]. 西北植物学报, 2002, 22(2): 344-349.
Deng Z F, Xie X L, Zhou X M, et al. Study on reproductive ecology of *Kobresia pygmaea* population in alpine meadow [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2002, 22(2): 344-349. (in Chinese)
- [20] 苏德毕力格, 李永宏, 雍世鹏, 等. 冷蒿草原土壤可萌发种子库特征及其对放牧的响应 [J]. 生态学报, 2000, 20(1): 43-48.
Su D B L G, Li Y H, Yong S P, et al. Germinable soil seed bank of *Artemisia frigida* grassland and its response to grazing [J]. Acta Ecologica Sinica, 2000, 20(1): 43-48. (in Chinese)
- [21] 赵丽娅, 李兆华, 赵锦慧, 等. 科尔沁沙质草地放牧和围封条件下的土壤种子库 [J]. 植物生态学报, 2006, 30(4): 617-623.
Zhao L Y, Li Z H, Zhao J H, et al. Comparison on the difference in soil seed bank between grazed and enclosed grasslands in Horqin sandy land [J]. Journal of Plant Ecology, 2006, 30(4): 617-623. (in Chinese)
- [22] Meissner R A, Facelli J M. Effects of sheep exclusion on the soil bank and annual vegetation in chenopod shrub lands of South Australia [J]. Journal of Arid Environment, 1999, 43: 117-128.
- [23] Gul B, Weber D J. Seed bank dynamics in a Great Basin salt playa [J]. Journal of Arid Environments, 2001, 49: 785-794.
- [24] Thompson K, Bakker J, Bekker R. The soil seed banks of North West Europe [M]. London: Cambridge University Press, 1997: 26-32.
- [25] 袁莉, 周自宗, 王震洪. 土壤种子库的研究现状与进展综述 [J]. 生态科学, 2008, 27(3): 186-192.
Yuan L, Zhou Z Z, Wang Z H. Review on study progress of soil seed bank [J]. Ecological Science, 2008, 27(3): 186-192. (in Chinese)
- [26] Sammul M, Kull K, Tamm A. Clonal growth in a species rich grassland: Results of a 20 year fertilization experiment [J]. Folia Geobotanica, 2003, 38: 1-20.