

共和盆地塔拉滩不同类型草地群落组成与土壤特性*

王学全¹, 尹书乐¹, 杨占武², 卢琦¹, 杨恒华³, 陈琦¹

(1. 中国林业科学研究院荒漠化研究所, 北京 100091; 2. 青海省林业科学研究所, 青海 西宁 830001;
3. 青海共和荒漠生态系统定位观测研究站, 青海 共和 813005)

摘要:共和盆地塔拉滩草原植被3个代表性植物群落是短花针茅+青海固沙草群落、芨芨草群落和川青锦鸡儿灌丛群落。在19个样地95个样方植被群落和土壤调查的基础上,分析3个不同群落结构及土壤质地和养分含量变化特征,调查样地共出现植物32种,其中,川青锦鸡儿灌丛草地出现植物11种,芨芨草草地22种,青海固沙草草地21种。群落生物量和盖度表现为芨芨草草地显著大于青海固沙草草地,青海固沙草草地又显著大于川青锦鸡儿灌丛草地,青海固沙草是3类草地的优势种。0~20 cm的土壤粒度组成以细砂粒为主。川青锦鸡儿灌丛群落全N、P、K含量比青海固沙草草地和芨芨草草地的高,表现出明显表聚现象。芨芨草群落土壤有机质含量低,并有弱盐渍化,土壤可溶性盐含量达 $0.26 \text{ ms} \cdot \text{cm}^{-1}$ 。群落植被和土壤系统的适应性为退化草地修复提供依据。

关键词:共和盆地;群落结构;土壤养分;草地

中图分类号:S812

文献标识码:A

Community Composition and Soil Properties of Different Grassland Types on the Tala Shoal in Gonghe Basin

WANG Xue-quan¹, YIN Shu-le¹, YANG Zhan-wu², LU Qi¹, YANG Heng-hua³, CHEN Qi¹

(1. Institute of Desertification Studies, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 2. Qinghai Forestry Research Institute, Xining 810016, Qinghai, China; 3. Qinghai Gonghe Desert Ecosystem Research Station, Gonghe 813005, Qinghai, China)

Abstract: There exist three most representative plant communities within the Tala Shoal in Gonghe Basin, including *Stipa breviflora* and *Orinus kokonorica* grassland, *Achnatherum splendens* grassland, and *Caragana tibetica* shrubland. Field data of plant and soil investigation from 19 samples plots in 95 quadrats (1 m × 1 m) was used to explore the community composition, soil texture and nutrient status of the three communities. Up to 32 plant species in total were found in the sample plot, with 11, 22 and 21 plant species in *C. tibetica* shrubland, *A. splendens* and *S. breviflora* grasslands respectively. The plant biomass and coverage was higher in the *A. splendens* grassland than in the *O. kokonorica* grassland, and the *C. tibetica* shrubland had the lowest plant biomass and coverage among the three communities, with *O. kokonorica* the dominant plants. The soil content to 20 cm in different particle-size separates was dominated by the fine sand. The soil nutrient concentrations of P, K, and N were higher in the *C. tibetica* than in the other two communities as the result of accumulation phenomenon, while the soil EC in the *A. splendens* grassland was $0.26 \text{ ms} \cdot \text{cm}^{-1}$ with poor nutrient and weak salinization. Plant communities and their soil

收稿日期: 2014-06-09

基金项目: 国家“十二·五”科技支撑课题(2012BAD16B0105); 国家自然科学基金(41130640)

作者简介: 王学全, 博士, 研究员. 主要研究方向: 荒漠化防治与干旱区水文. E-mail: wxq@caf.ac.cn.

* 感谢审稿人和中国林业科学研究院林业研究所杨承栋先生对本文提出的宝贵意见和建议!

adaptation may offer guideline for the rehabilitation of degradation grassland.

Key words: Gonghe Basin; community composition; soil nutrient; grassland

气候变化和人类活动干扰是共和盆地塔拉滩草地退化的主因。根据共和县气象站 1961—2006 年气象记录统计,46 年来气温上升明显,年降水量虽有微弱的增加趋势^[1],但降水量年内分配发生了根本变化,有效降水减少,大风和沙尘暴日数增加。另一方面由于人口增加,草地无序超载过牧和开垦为农田,土壤有机质和氮、磷、钾大量损失,使原始土层变得更加贫瘠^[2]。20 世纪中期塔拉滩还是共和盆地乃至青海省最适宜放牧的草地,到本世纪初塔拉滩成为共和盆地流沙面积最大、退化草地集中分布的地区^[3]。从 1998 年开始,当地通过禁牧封育、流沙控制等措施减轻人类活动对草地退化的影响,植被逐渐得到恢复。保护和培植原生植物种是退化草地生态修复的重要措施和目标^[4]。针对原生植被与环境的关系,国内外很多研究认为,原生植被是生态系统长期环境适应的结果,不同土壤质地和养分决定了植物群落的生物量大小、物种组成和多样性,反过来植物群落也在很大程度上影响土壤质地和养分^[5-6]。同时,植被群落物种丰富度受多个环境因子影响,草地植物种对于外界的人为和自然扰动如过牧^[7]、施肥、草原开垦及火烧^[8]、风沙活动等适应机理也是很多研究的侧重点。随着研究的深入,植被群落与环境单一因素的关系逐渐趋向于多要素研究,植物多样性环境区域差异、空间尺度转化及分布格局成为研究热点^[9];然而,对青藏高原高寒干旱气候区条件下草地植被群落多样性与环境因素特别是土壤的相互作用关系研究较少,这些少量的研究也主要从塔拉滩退化草地人工修复的目的出发,以不同等级退化草地^[10]、封育^[11]、流动沙丘植被恢复^[12]和特定植物种过牧草原^[13]为研究对象,侧重研究封育草地植被的群落组成和生物量等指标,目的是通过对土壤和植被的调查,从退化草地群落结构和土壤成分角度,分析人为干预植被群落的多年演化对土壤的改良效果。极端高寒条件下塔拉滩原始植被群落植物多样性稳定机制鲜见研究报道。

塔拉滩原生植被优势种包括芨芨草 (*Achnatherum splendens* Trin.)、短花针茅 (*Stipa breviflora* Griseb.)、青海固沙草 (*Orinus kokonorica* Keng)、赖草 (*Lelmus selalinus* Georgi.)、冷蒿 (*Artemisia frigid* Willd.)、川青锦鸡儿 (*Caragana tibetica* Kom.) 等,独

特的高寒草原植被群落是与生境长期适应的结果^[14]。为此,在植被恢复重建中,需要首先考虑原始群落和土壤特性,以确定在土壤等生态本底基础上的相对稳定的顶级植被群落目标,经过长期演替形成的不同原生植物群落结构、本底土质和养分特征对以植被恢复为目标的人工植被建群提供现实模版^[15-16]。塔拉滩草地植被群落物种多样性是区域环境综合响应的结果,本文研究了位于青海省海南州共和盆地的塔拉滩的短花针茅+固沙草草地、芨芨草草地和川青锦鸡儿灌丛草地 3 个不同植被群落特征及其物种多样性及土壤粒径组成、有机质、全氮、磷、钾含量的变化特征,探讨青藏高原高寒环境下不同植被群落物种多样性的主要影响因素,为塔拉滩草地沙化治理和生态恢复提供基础资料和依据。

1 材料与方法

1.1 研究地区概况

塔拉滩地处青藏高原共和盆地的中西部,习惯把高低错落的台地划分为一塔拉、二塔拉、三塔拉,塔拉滩主体位于青海省共和县境内,黄河龙羊峡水库位于其东侧,总面积 1 958 km²,除三塔拉在接近山脚处地形起伏较大外,塔拉滩绝大部分区域地势平坦,海拔 2 900~3 100 m,是青海省海南州传统畜牧业基地。塔拉滩年平均降水量 303 mm,年平均蒸发量 1 800 mm,年际降水变化大,年内降水分配不均,在区域上塔拉滩东南降水较大,而西北降水较少。塔拉滩草原的土壤以栗钙土为主,土壤发育层厚度一般为 50~70 cm,少数区域土层厚度在 35 cm 以下,也有 100 cm 左右厚度的区域。根据青海土壤资料,塔拉滩土壤母质为黄土或砂砾质,质地多为砂壤土和轻粉壤土,底质多为沙砾石和砂壤^[17]。塔拉滩土壤土层在没有植被保护的情况下,受强风侵蚀,表层土壤剥蚀后,土壤有机质丧失殆尽,下伏沙层活化,流沙危及周边区域。区域立地条件差异是导致植被类型差异及其退化的重要原因。

塔拉滩草原植被的主要植物有芨芨草、短花针茅、固沙草、川青锦鸡儿、赖草、冷蒿等^[10]。共和盆地塔拉滩面积最大的草原植被中,主要的 3 个植物群落为:短花针茅+固沙草群落、芨芨草群落和川青

锦鸡儿灌丛群落。

1.2 研究方法

1.2.1 植被调查方法 采用野外踏查结合遥感影像和区域植被图确定植被。于2013年8月15日至8月29日在青海省共和县塔拉滩的川青锦鸡儿灌丛草地、芨芨草草地和短花针茅+固沙草草地上进行调查,由熟悉当地植被类型的草原站技术人员做向导,植物分类除采用就地识别外,个别不确定的植物种拍照和制作标本带回。在3个植物群落内选择轮牧封育10 a以上且人类活动干扰较小的草场分别设置样地进行植被调查,其中,芨芨草和短花针茅+固沙草样地各7个,川青锦鸡儿灌丛样地5个,共19个样地。在样地内选择群落具有代表性且分布相对均匀的区域根据随机取样法设置样方,在短花针茅+固沙草群落的每一样地内分别设置5个1 m×1 m样方,川青锦鸡儿和芨芨草灌丛群落的每一样地内分别设置5个5 m×5 m的样方,共调查小样方95个。记录样方环境因子包括:经纬度、海拔、地形地貌、放牧强度等。重点调查记录包括:植被类型、样方内物种丰富度(或物种数量)、多度(每个样方内每个物种的总数)、高度和盖度等特征参数的测量结果。植被盖度采用1 m×1 m样方目测,植被高度用卷尺测量。采用收割法采集植被地上部分生物量,实验室烘干后确定植被地上生物量;同时记录样地内植物个体数和植物种名称。

1.2.2 土壤理化指标的测定方法 土壤取样方法是在每一样方内,去掉枯落物,取表层0~20 cm土样,分析化验时用每一样地内5个样方的混合样。土壤有机质用重铬酸钾氧化-外加热法测定,全N含量用凯氏定氮法测定,土壤全P、K用氢氧化钠碱熔法测定,土壤水解性氮、有效磷、有效钾含量分别用碱解扩散法、碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色、醋酸铵浸提-火焰光度法测定,土壤粒度采用比重计法测

定,土壤酸碱度pH(H₂O)采用1:1水土质量比悬液pH计法测定,土壤可溶性盐含量用电导法测定,用5:1水土比浸提液电导率(EC/(ms·cm⁻¹))来表示^[18]。以上土壤粒径和成分分析测试工作在北京市农林科学院实验室完成。

1.2.3 数据处理 为表示样方内植物物种在群落中的作用,计算了综合性数量指标重要值,物种多样性采用Shannon-Weiner指数大小测度。

(1)群落的重要值(IV)^[19]

$$IV = (RFE + RCO + RHI) / 3 \quad (1)$$

式(1)中:RFE、RCO、RHI分别表示群落的相对密度、相对盖度、相对高度,其计算方法是某一物种密度、盖度、高度值除以群落总密度、总盖度、总高度。

(2)Shannon-Wiener多样性指数(H')

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \times \ln P_i \quad (2)$$

式(2)中:S为物种数,P_i为样地中第i种植物个体数占样地群落总个体数的比例^[19]。

2 结果与分析

2.1 草地群落整体特征

调查结果(表1)表明:样地内川青锦鸡儿灌丛草地出现植物种11种,芨芨草草地22种,短花针茅+青海固沙草草地21种;样地内芨芨草草地、短花针茅+青海固沙草草地内出现的总物种数多于川青锦鸡儿灌丛草地;物种多样性指数表现为短花针茅+青海固沙草草地>芨芨草草地>川青锦鸡儿灌丛草地;样方内平均生物量和群落盖度表现为芨芨草草地显著大于短花针茅+青海固沙草草地,短花针茅+青海固沙草草地又显著大于川青锦鸡儿灌丛草地,青海固沙草是3类草地的优势种。

表1 群落整体特征

群落	物种丰富度	多样性指数	样方内平均生物量/g	群落盖度/%	优势种(重要值)
川青锦鸡儿灌丛草地	11	1.13	161 ± 26.50	13.23 ± 6.50	青海固沙草(0.24)、川青锦鸡儿(0.21)
芨芨草草地	22	1.22	1 078 ± 93.78	37.46 ± 9.50	青海固沙草(0.52)、川青锦鸡儿(0.16)
短花针茅+青海固沙草草地	21	1.57	417 ± 76.60	21.46 ± 5.30	针茅(0.38)、青海固沙草(0.26)

2.2 不同植物群落植物种组成

在调查的95个小样地中,共发现32种植物,在1 m×1 m的样方内植物物种数最多12种,最少仅2种;主要组成种有短花针茅、青海固沙草、芨芨草、银

灰旋花(*Convolvulus ammannii* Desr.)、赖草、紫花针茅(*Stipa purpurea* Griseb.)、二裂委陵菜(*Potentilla bifurca* Linn.)、扁穗冰草(*Agropyron cristatum* Gaertn.)和苔草(*Koeleria cristata* Pers.)等。在调查

的所有 1 m × 1 m 样方中,物种数为 5 ~ 9 种的样方最多,其次是物种数为 10 ~ 12 种的。为了表示研究区植物与环境的适应性,引入植物生活型概念。生活型是植物在特定环境下个体生理、结构、外表形态的适应。按照丹麦植物学家植物生活型分类系

统,植物划分为高位芽植物、地上芽植物、地下芽植物、地面芽植物、1 年生植物 5 种生活型^[20]。塔拉滩草地以多年生地上芽植物最多,有 14 种,在群落中处于优势地位,地面芽植物有 6 种,地下芽植物有 5 种,1 年生植物有 5 种,高位芽植物有 2 种(表 2)。

表 2 研究区样地植物种组成

植被类型	分布区域特征	调查植物种组成
川青锦鸡儿灌丛草地	三塔拉边缘靠近龙羊峡水库边缘,2000 年封育轮牧草场,地表夹杂砾石,粗砂覆盖,土壤板结,坚硬	川青锦鸡儿(PH),青海固沙草(G),短花针茅(CH),线叶蒿草(CH),二裂委陵菜(CH),狼毒(G),糙叶黄芪(H),驼绒藜(G),阿尔泰狗娃花(TH),银灰旋花(CH),黄纓菊(CH)
芨芨草草地	一塔拉西北部的低平滩地,2000 年封育,固定沙地间的丘间地黏土	青海固沙草(G),线叶蒿草(CH),赖草(G),二裂委陵菜(CH),糙叶黄芪(H),阿尔泰狗娃花(TH),驼绒藜(G),银灰旋花(CH),大籽蒿(TH),扁穗冰草(H),异叶青兰(CH),苔草(G),紫花针茅(CH),芨芨草(H),骆驼蓬(G),白刺(PH),冷蒿(CH),多裂委陵菜(CH),猪毛菜(TH),早熟禾(CH),独行菜(TH),醉马草(H)
短花针茅 + 青海固沙草草地	切吉、沙珠玉和铁盖等滩谷地,2000 年封育轮牧草场,沙质土壤	青海固沙草(G),短花针茅(CH),细叶亚菊(CH),赖草(G),二裂委陵菜(CH),糙叶黄芪(H),驼绒藜(G),银灰旋花(CH),阿尔泰狗娃花(TH),扁穗冰草(H),异叶青兰(CH),苔草(G),冷蒿(CH),猪毛菜(TH),独行菜(TH),狼毒(G),扁蓿豆(H),乳白香青(G),黄纓菊(CH),披针叶黄华(CH),虫实(TH)

注:PH-高位芽植物,H-地面芽植物,CH-地上芽植物,G-地下芽植物,TH-1 年生植物。阿尔泰狗娃花(*Heteropappus altaicus* Willd.),线叶蒿草(*Kobresia capillifolia* Decne.),狼毒(*Stellera chamaejasme* Linn.),糙叶黄芪(*Astragalus scaberimus* Bunge),驼绒藜(*Ceratoides latens* Gmelin),黄纓菊(*Xanthopappus subacaulis* Winkl.),大籽蒿(*Artemisia sieversiana* Willd.),异叶青兰(*Dracocephalum heterophyllum* Benth),骆驼蓬(*Peganum harmala* Linn.),白刺(*Nitraria scoberii* L.),多裂委陵菜(*Potentilla multifida* Tausch),猪毛菜(*Salsola collina* Pall.),早熟禾(*Poa annua* Linn.),独行菜(*Lepidium apetalum* Willd.),醉马草(*Achnatherum inebrians* Hance),细叶亚菊(*Ajania tenuifolia* Jacq.),扁蓿豆(*Melissitus ruthenica* L.),乳白香青(*Anaphalis lactea* Maxim.),披针叶黄华(*Thermopsis lanceolata* R. Br.),虫实(*Corispermum hyssopifolium* L.)

川青锦鸡儿灌丛草地群落分布于三塔拉滩边缘靠近龙羊峡水库一带的阳坡上,群落呈典型的荒漠斑块景观,土壤干燥,斑块间有地表砾石覆盖,显示强烈的风蚀作用。植被稀疏,灌木、草本均极低矮,植物种类组成较单调。川青锦鸡儿灌丛调查样地共发现 11 种植物种,分属 7 科 11 属,其中,禾本科、豆科各有 2 个种;菊科有 3 个种,占 63%,为优势种;川青锦鸡儿和青海固沙草分别为群落中灌草 2 层的优势种。调查样地草本层不发达,分盖度 > 16%,高度 < 14 cm。从生活型看,该样地的植被组成以地上芽植物为主,有 5 种,地下芽植物有 5 种,高位芽植物、地面芽植物和 1 年生植物各有 1 种。

芨芨草草地群落分布于塔拉滩大部分地区,退化群落呈斑块荒漠景观,黏土土壤结构,芨芨草为高大密草丛,草丛高 1.0 ~ 1.5 m,基部直径 15 ~ 40 cm。植被盖度较大,植物种类组成较丰富。芨芨草草地调查样地包含 22 种植物种,分属 10 科 19 属,其中,禾本科 7 个种,占 32%,为优势种;菊科植物各有 4 种;蒺藜科、藜科和蔷薇科各有 2 种;芨芨草和青海固沙草为群落优势种。调查样地草本层发达,分盖度 > 27%。从生活型看,该样地的植被组成以地上芽植物为主,有 8 种,地下芽植物有 5 种,高位芽植物有 1 种,地面芽植物和 1 年生植物各有 4 种。

短花针茅 + 青海固沙草草地群落分布于塔拉滩大部分地区,群落景观单一,以沙质土壤为主,植被盖度较大,植物种类组成较单一。青海固沙草草地调查样地共有 21 种植物种,分属 10 科 21 属,其中,禾本科 4 个种,占 19%,为优势种群;菊科 5 个种,占 24%;豆科和藜科各 3 个种,分别占 14%;青海固沙草和短花针茅为优势种。调查样地草本层发达,分盖度 > 25%,高度 < 34 cm。从生活型看,该样地的植被组成以地上芽植物为主,有 8 种,地下芽植物有 5 种,地面芽植物和 1 年生植物各有 4 种。

2.3 不同植物群落土壤特性

2.3.1 土壤质地

图 1 显示:样地 0 ~ 20 cm 的土壤以细砂粒为主,与塔拉滩地带性土壤特性相符合。在芨芨草群落中,土壤粒径 $0.05 \text{ mm} \leq \Phi < 0.25 \text{ mm}$ 的含量最大,为 74.84%,其次是土壤粒径 $0.25 \text{ mm} \leq \Phi < 2.00 \text{ mm}$ 的含量,达 9.28%,粒径 $0.002 \text{ mm} \leq \Phi < 0.02 \text{ mm}$ 的含量最小,只有 4%;在短花针茅 + 青海固沙草群落中,粒径 $0.05 \text{ mm} \leq \Phi < 0.25 \text{ mm}$ 的含量最大,达 59.36%,其次是土壤粒径 $0.02 \text{ mm} \leq \Phi < 0.05 \text{ mm}$ 的含量,达 20%,粒径 $0.002 \text{ mm} \leq \Phi < 0.02 \text{ mm}$ 的含量最小,只有 6%;川青锦鸡儿草地灌丛地表风蚀严重,粒径 $0.25 \text{ mm} \leq \Phi < 2.00 \text{ mm}$ 的含量最高,达 22.74%,由于地上生物量和植物腐殖

质少,微生物作用微弱,土壤中 $\Phi < 0.002$ mm 粒径含量最低,只有 7.88%。芨芨草草地由于湖积与洪冲积物的存在,其黏粒含量比川青锦鸡儿灌丛和短花针茅 + 青海固沙草草地的高,达 9.88%;短花针茅 + 青海固沙草草地土壤质地为砂砾质、粗砾质和砂壤质,分布于半固定沙丘或沙地,土壤质地粗糙,细砂粒百分比含量最高,达 58.27%。

2.3.2 土壤养分 土壤养分是荒漠生态系统中影响植被多样性的关键因素之一。表 3 表明:除土壤有机质、可溶性盐含量外,各群落土壤 pH(H₂O) 值和水解性氮、有效磷、有效钾以及全 N、P、K 的含量没有多大区别,土壤有机质、水解性氮、有效磷、有效钾及全 N、P、K 的含量都很少,土质瘠薄。土壤 0 ~ 20 cm 土层的有机质,川青锦鸡儿是 21.30 g · kg⁻¹,为短花针茅 + 青海固沙草草地的 1.8 倍,为芨芨草草地的 1.4 倍,川青锦鸡儿灌丛群落全 N、水解

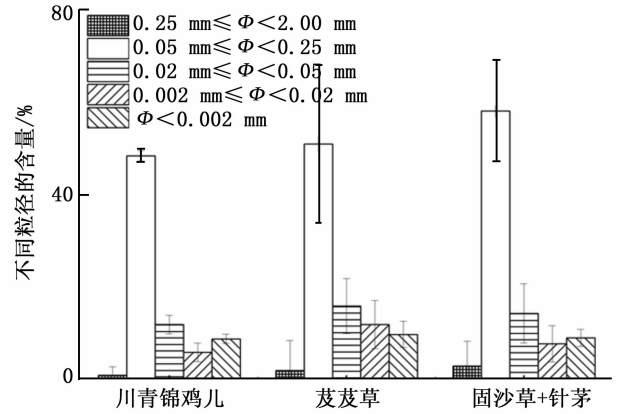


图 1 不同植物群落土壤粒径组成

性氮、速效钾含量比短花针茅 + 青海固沙草草地和芨芨草草地的高,表现出明显的蓄积现象。川青锦鸡儿主要生长在地表粗糙的风蚀区,比草本植物更耐沙埋,适合在粗质土壤质地上生长。

表 3 不同植物群落的土壤化学性质

植物群落	有机质/ (g · kg ⁻¹)	EC/ (ms · cm ⁻¹)	pH(H ₂ O) 值	全量养分/(g · kg ⁻¹)			速效养分/(mg · kg ⁻¹)		
				N	P	K	水解性氮	有效磷	有效钾
川青锦鸡儿	21.30 ± 3.20	0.13 ± 0.05	8.52 ± 0.14	1.23 ± 0.28	0.35 ± 0.03	14.60 ± 1.30	47.60 ± 4.40	1.70 ± 0.60	115.00 ± 5.00
芨芨草	15.26 ± 6.32	0.26 ± 0.02	8.72 ± 0.15	1.12 ± 0.39	0.42 ± 0.06	14.48 ± 2.68	42.24 ± 21.17	2.15 ± 1.27	105.22 ± 30.79
短花针茅 + 青海固沙草	11.90 ± 5.09	0.10 ± 0.02	8.69 ± 0.11	1.02 ± 0.44	0.41 ± 0.06	13.72 ± 1.81	38.60 ± 16.15	1.85 ± 0.53	112.20 ± 20.47

注:表中数据为平均值 ± 标准差,EC 表示土壤可溶性盐含量。

芨芨草草地分布在一塔拉西北部的局部地区,土壤为栗钙土,土壤母质多为砂砾质、砂壤质,由于受到强风的吹蚀作用,土层薄,不少地段被流沙覆盖,土壤有机质含量低,并有弱盐渍化,是芨芨草生长的主要限制因素。短花针茅 + 青海固沙草原主要分布于半固定沙丘或沙地,土壤中砂粒含量高,土壤疏松,不少地段被流沙覆盖,保水保肥性差,通气透水性强,有机质、全 N、K、水解性氮含量比芨芨草草地和川青锦鸡儿灌丛草地的低。土壤上着生的植物贫乏,腐殖质少,生草过程微弱,作为土壤肥力基础的有机物的蓄积时间短,有机质积累较少,植物群落尚处低级阶段。

3 结论与讨论

共和盆地塔拉滩草原植被划分为 3 个主要的植物群落,即短花针茅 + 固沙草群落、芨芨草群落和川青锦鸡儿灌丛群落。与气候和土壤条件相适应,植物生长低矮稀疏,植物多样性差,一般 < 30 种,多年生地上芽植物是群落中优势生活型。以小半灌木川青锦鸡儿为优势种所形成的荒漠植被群落是干旱气

候和风蚀的产物,主要分布在三塔拉靠近龙羊峡水库砾质强的低山边缘。在湖盆、河谷分布着以沙生针茅为主的荒漠化草原群落,伴生有驼绒藜等荒漠成分。复沙地上则分布着固沙草群落,生草过程微弱,腐殖质少,有机质积累较少,植物群落尚处低级阶段。

群落物种对荒漠化正逆过程的环境适应性,反映出植被和土壤的相互作用过程。地上芽植物和地面芽植物是塔拉滩草原的主要物种;然而,近些年由于气候变化和过牧等人为因素的影响,塔拉滩草地总体沙化严重,土壤养分变的贫瘠,为适应这样的环境,植物种类型向 1 年生植物或超旱生地下芽植物过渡,短花针茅和青海固沙草在植被群落中的优势种地位逐渐被蔷薇科、豆科或菊科代替,成为伴生物种;而在封育和固沙地,开始时中旱生过渡性植物如异叶青兰、狗哇花和披针叶黄华成分侵入,随着植被恢复和流沙固定,青海固沙草、西北针茅、芨芨草快速生长,构成青海固沙草和西北针茅、芨芨草为优势种草原。植被的适应性 with 土壤发育程度之间的这种关系表明,在塔拉滩沙化土地修复过程中,对于极度

瘠薄的土壤,并不适合引种级别较高的植物种,否则会适得其反,这是在沙化草地人工播种和引进植物种时需要特别注意的情况。

不同植物群落的土壤性质不同,草本植物多样性与土壤质地组成和土壤化学性质有很大关系。与草本植物针茅、固沙草相比,小半灌木川青锦鸡儿更适应在质地较粗的土壤上生长,更具抵抗沙埋的能力。调查也发现,有几种高寒区广布的荒漠草本(如固沙草)、灌木植物种(如川青锦鸡儿)出现在塔拉滩的大多数生境。塔拉滩草地植物生长型包括了1年生、多年生草本和灌木植物。总体而言,塔拉滩属于沙化退化草地,土壤发育时间短、程度低,调查土壤有机质含量小于 $21.30 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,特别是部分区域由于流动沙丘的入侵,多数多年生植物由于沙丘的吹蚀,极难存活。就土壤有机质含量而言,川青锦鸡儿灌丛群落 > 芨芨草群落 > 短花针茅 + 青海固沙草群落,部分原因是川青锦鸡儿灌丛群落放牧程度较低,土壤有机质累积时间较芨芨草群落和短花针茅 + 青海固沙草群落长,特别是后者受到土壤沙化的影响,土壤粗粒径含量多。土壤 pH(H_2O) 值为芨芨草群落 > 短花针茅 + 青海固沙草群落 > 川青锦鸡儿灌丛群落,原因在于芨芨草群落所在区域地下水位较高,土壤都存在一定程度盐渍化,芨芨草群落的土壤可溶性盐显著大于川青锦鸡儿灌丛群落和短花针茅 + 青海固沙草群落。由于川青锦鸡儿灌丛沙堆的养分聚集作用,其土壤全 N、K、水解性氮和有效钾的含量都大于芨芨草群落和短花针茅 + 青海固沙草群落。部分川青锦鸡儿灌丛群落下伏砾石层,土层只有 $0 \sim 5 \text{ cm}$ 。

塔拉滩自然植被优良牧草种类资源较多,青海固沙草、早熟禾、羊茅、小蒿草、洽草、长茅草、苔草等都是牲畜喜食植物。由于气候干旱,多风,植物生长期短,牧草稀疏,平均 $1 \sim 2 \text{ hm}^2$ 养 1 只羊,加之土壤多为湖积砂壤,土层薄,极易破坏。在建设现代畜牧业过程中,要注意保护本土牧草种子资源,应该积极引种和选育优良牧草,改变滩地现有草场质量,把塔拉滩建成高效的牧业基地。

参考文献:

[1] 郭连云,熊联胜,王万满. 近 50 年气候变化对塔拉滩草地荒漠化的影响[J]. 水土保持研究,2008,15(6):57-63.

[2] Bilotta G S, Brazier R E, Haygarth P M. The impacts of grazing animals on the quality of soils, vegetation, and surface waters in intensively managed grasslands[J]. *Advances in Agronomy*, 2007, 94(2): 237-280.

[3] 冯益明,吴波,卢琦,等. 青藏高原高寒沙区景观格局变化分析—以青海贵南县为例[J]. *林业科学研究*,2008,21(2): 182-187.

[4] Moyo B, Dube S, Lesol M, *et al.* Herbaceous biomass, species composition and soil properties of key grazing patches in coastal forest thornveld and two grassland types of the Eastern Cape province, South Africa[J]. *African Journal of Range and Forage Science*, 2010, 27(3):151-162.

[5] Hobbie S E. Effects of plant species on nutrient cycling[J]. *Trends in Ecology & Evolution*,1992,7(10): 336-339.

[6] 李新荣,谭会娟,何明珠,等. 阿拉善高原灌木种的丰富度和多度格局对环境因子变化的响应:极端干旱荒漠地区灌木多样性保育的前提[J]. *中国科学 D 辑:地球科学*,2009,39(4): 504-515.

[7] Sternberg M, Gutman M, Perevolotsky A, *et al.* Vegetation response to grazing management in a Mediterranean herbaceous community: a functional group approach[J]. *Journal of Applied Ecology*,2000,37(2):224-237.

[8] Shaun R, Gregory P, Izak P. Spatial patterns in the effects of fire on savanna vegetation three-dimensional structure[J]. *Ecological Applications*,2012,22(4):2110-2121.

[9] Thomas J. Examination of interaction effects of multiple disturbances on an arid plant community[J]. *The Southwestern Naturalist*,2003,48(4):481-490.

[10] 魏婷婷,杨占武,李秀梅,等. 共和盆地沙质荒漠化过程植被群落特征变化[J]. *生态环境学报*,2011,20(12):1788-1793.

[11] 王立亚. 青海省海南州地区草地封育后植被变化特征分析[J]. *安徽农业科学*,2008,36(28):12149-12150.

[12] 刘君梅,王学全,杨恒华,等. 高寒沙区植被恢复过程中表层土壤因子的变化规律[J]. *东北林业大学学报*,2011,39(8): 32-37.

[13] 李亚娟,曹广民,龙瑞军. 不同草地利用方式对土壤有机碳、全氮和全磷的影响[J]. *草业和草坪*,2012,32(5):26-29.

[14] Li Wei, Huang Hai-Zhou, Zhang Zhi-Nan, *et al.* Effects of grazing on the soil properties and C and N storage in relation to biomass allocation in an alpine meadow[J]. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*,2011, 11(4):27-39.

[15] 张鹏莉,陈俊,崔树娟,等. 禁牧条件下不同类型草地群落结构特征[J]. *生态学报*,2013,33(2):425-434.

[16] 焦菊英,焦峰,温仲明. 黄土丘陵沟壑区不同恢复方式下植物群落的土壤水分和养分特征[J]. *植物营养与肥料学报*,2006,12(5):667-674.

[17] 青海省农业资源区划办公室. 青海土壤[M]. 北京:中国农业出版社,1997:89-92.

[18] 全国农业技术推广服务中心. 土壤分析技术规范[M]. 北京:中国农业出版社,2009:93.

[19] 董鸣. 陆地生物群落调查观测与分析[M]. 北京:中国标准出版社,1997:27-39.

[20] Raunkiaer C. *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography* [M]. Oxford: Oxford University Press,1932:1-8.