

人工封育区土壤紧实度对植被特征的影响

——以宁夏盐池为例

沈彦, 张克斌, 边振, 刘小丹

(北京林业大学 水土保持学院水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京 100083)

摘要: 采用样地调查方法, 通过对不同封育类型的植被特征和其对应的土壤理化性质测定, 分析了其对植被生长的影响。方差分析结果表明, 在不同类型封育区, 土壤紧实度是影响植被生长状况的主要因子之一。进一步回归分析表明, 土壤紧实度与植被的生物量和盖度呈负相关。当土壤紧实度变化在 2.0~ 3.0 kg/m² 时, 植被的盖度和生物量均较高。

关键词: 盐池; 封育; 土壤紧实度; 植被特征

中图分类号: S152.9 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2007)06-0081-04

The Influence of Soil Compaction on Vegetation Features in Enclosure Region

—Taking Yanchi County, Ningxia as an Example

SHEN Yan, ZHANG Ke-bin, BIAN Zhen, LIU Xiao-dan

(College of Soil and Water Conservation, Soil and Water Conservation Key Laboratory of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: By means of plot investigation methods and through surveying the vegetation features of different enclosure measures and soil physical and chemical properties, the paper analyzed the influences toward vegetation growth. The ANOVA analysis result indicated that, in the different enclosure measures, the soil compaction is the main factor which affects vegetation growth. And the further regression analysis indicated that correlation between the soil compaction and the ground biomass or the vegetation coverage was negative. While the soil compaction changed from 2.0~ 3.0 kg/m², the ground biomass and the vegetation coverage are higher.

Key words: Yanchi; enclosure; soil compaction; vegetation features

土壤紧实度(soil compaction)是衡量土壤紧实程度的指标。土壤紧实度提高, 土壤硬度也增大。土壤紧实度对植物生长和作物产量的影响是全球关注的问题。人为因素以及土壤干旱等自然因素都会使土壤紧实度产生变化, 从而影响植物赖以生存的土壤环境中水肥气热的状况, 影响植物的生长^[1]。在现有的研究中, 不同的研究者对植被在半干旱区的退化草地生境中的种子萌发、生长过程、种群结构与动态等在时空尺度上的异质性予以了极大的关注^[2-3], 有关从土壤性质差异分析入手, 对土壤退化导致的植被变化研究也越来越为人们所重视^[4-5]。但是, 在草地严重退化的人工封育区, 从土壤空间异质性的角度出发探讨土壤紧实度对植被影响的研究却尚未见报道。据此, 本文调查并测定了宁夏盐池人工封育区植被生长状况与土壤理化性质, 对其相互关系进行分析, 旨在为半干旱区的退化草地植被恢复过程中的生物学机制研究奠定基础。

1 研究区概况

盐池县位于宁夏回族自治区东部, 地理坐标北纬 37°04′ - 38°10′, 东经 106°30′ - 107°41′ 之间。盐池县北与毛乌素沙地相连, 南靠黄土高原, 在地理位置上属于一个典型的过

渡地带。即自南向北, 地形上是从黄土高原向鄂尔多斯台地(沙地)过渡地带, 气候上是从半干旱区向干旱区的过渡地带, 植被上是从干草原向荒漠的过渡地带, 资源利用上是从农区向牧区过渡地带。这种地理上的过渡性造成了本县自然资源的多样性和脆弱性特点。

盐池县主要为剥蚀的准平原地形, 全县地势南高北低, 海拔高度 1 295~ 1 951 m, 南北明显地分为黄土丘陵和鄂尔多斯缓坡丘陵两大地貌单元。该县属于典型中温带大陆性气候, 年均气温为 8.1℃, 极端最高均温为 34.9℃, 极端最低温为- 24.2℃, 年均无霜期为 165 d; 年降水仅 250~ 350 mm, 从南向北, 从东南向西北递减。土壤类型以灰钙土为主, 其次是黑垆土和风沙土, 此外有黄土, 少量的盐土、白浆土等。盐池县植被在区系上属于亚欧草原区亚洲中部亚区, 中国中部草原区的过渡带。植被类型有灌丛、草原、草甸、沙地植被和荒漠植被。其中灌丛、草原、沙地植被数量较大, 分布也广。盐池县内没有天然森林, 只有少量人工林乔木林和大面积灌木林, 其中包括北沙柳灌丛(*Salix psammophila*), 小叶锦鸡儿灌丛(*Caragana microphylla*)。草原分干草原和荒漠草原, 典型草原包括大针茅(*Stipa grandis*)、长芒

*收稿日期: 2006-11-21
基金项目: 国家林业局荒漠化监测项目(660550); 国家科技攻关项目(2005BA517A04)
作者简介: 沈彦(1980-), 男, 硕士, 主要从事荒漠化防治与监测研究。
责任作者: 张克斌(1957-), 男, 副教授, 主要从事荒漠化防治及干旱区环境管理研究。

草(*Stipa bungeana*)、冰草(*Agropyroncrisatum*)、百里香(*Thymus serpyllum* var. *mongolicus*)等类型,群落中常见植物种类以旱生和中旱生类型为主。荒漠植被包括川青锦鸡儿(*Caragana tibetica*),猫头刺(*Oxytropis aciphylla*),西伯利亚白刺(*Nitraria sibirica*)和盐爪爪(*Kalidiu foliatum*)。

2 研究方法

本研究区域选在盐池县的鄂尔多斯缓坡丘陵区内,即毛乌素沙地西南缘的柳林堡乡距盐池县城 20 km 处,分为 3 种处理方法,即老封育区、新封育区 and 对照区,其中老封育区始于 1991 年第一批全国防沙治沙试验示范,采用铁丝网围栏,完全排除野生动物和家畜的采食,新封育区从 2002 年以来采取封育措施,对照区从 2002 年以来也采用了封育但还是受到了一些人为干扰和放牧的影响。3 种处理方式在一条直线上,相距不远,因此其自然条件也基本上相同。调查时间为 2006 年 7 月,野外调查主要包括 2 个方面的内容,植被调查和对应土壤理化性质测定,主要调查内容包括生物量(代表植被生长状况)测定,采用 1 m×1 m 样方,生物量(g/m²)用 1/100 电子天平称重。土壤理化性质测定内容包括土壤水分、紧实度的测定,其中土壤紧实度指数采用日本产 Yamanaka 土壤紧实度仪测定,土壤水分含量(新鲜土样)的测定将从田间取回的土样,置于 105℃±2℃ 的烘箱中烘至恒重,求出土壤失水重量占烘干土样重的百分数^[6]。3 种措施中植被的生物量、土壤紧实度、土壤含水量和植被盖度间的差异采用 ANOVA 方差分析检验其差异显著性,并用 Duncan 新复极差法进行多重比较^[7],差异显著的土壤性质

和植被生长状况的相关分析用线性回归分析方法,分析过程采用 MATLAB 6.5 计算完成。

3 结果与分析

- 3.1 植被的生长状况与主要土壤性质空间异质性分析
- (1)从土壤紧实度的分布变化来看(表 1,图 2a),对照区的土壤紧实度最高,为(3.83±0.24) kg/m²;老封育区次之,为(3.06±0.81) kg/m²;新封育区最低,为(2.81±0.89) kg/m²。ANOVA 方差分析显示($P<0.05$),老封育区土壤紧实度与新封育区 and 对照区土壤紧实度差异不显著,新封育区 and 对照区土壤紧实度差异显著($F_{2,18}=3.93, P<0.05$)。
- (2)从土壤含水量的分布变化来看(表 1,图 2c),对照区的土壤含水量最高,为(2.88±0.38)%;新封育区次之(2.03±1.43)%;老封育区最低(1.82±1.38)%。ANOVA 方差分析显示($P<0.05$),3 种类型的土壤含水量差异均不显著。
- (3)从植被的盖度来分布变化来看(表 1,图 2d),对照区的植被盖度最高,为(48.57±28.24)%;新封育区次之(48.09±17.29)%;老封育区最低(34.91±11.25)%。ANOVA 方差分析显示($P<0.05$),3 种类型的土壤紧实度差异均不显著。
- (4)从不同封育类型的生物量分布变化来看(表 1,图 2b),新封育区的生物量最高,为(139.73±68.92) g/m²;老封育区次之,为(132.07±63.08) g/m²;对照区最低,为(124.17±56.42) g/m²。ANOVA 方差分析显示($P<0.05$),3 种类型的土壤紧实度差异均不显著。

表 1 不同封育类型区的土壤性质和植被特征

封育类型	土壤紧实度/(kg·m ⁻²)	土壤含水量/%	植被盖度/%	生物量/(g·m ⁻²)
老封育区	3.06±0.81a	1.82±1.38a	34.91±11.25a	132.07±63.08a
新封育区	2.81±0.89ab	2.03±1.43a	48.09±17.29a	139.73±68.92a
对照区	3.83±0.24ac	2.88±0.38a	48.57±28.24a	124.17±56.42a

注:表中数据为平均值±标准差;采用 Duncan 方法进行多重比较,同一列有相同之母表示差异不显著,无相同字母者表示差异显著。

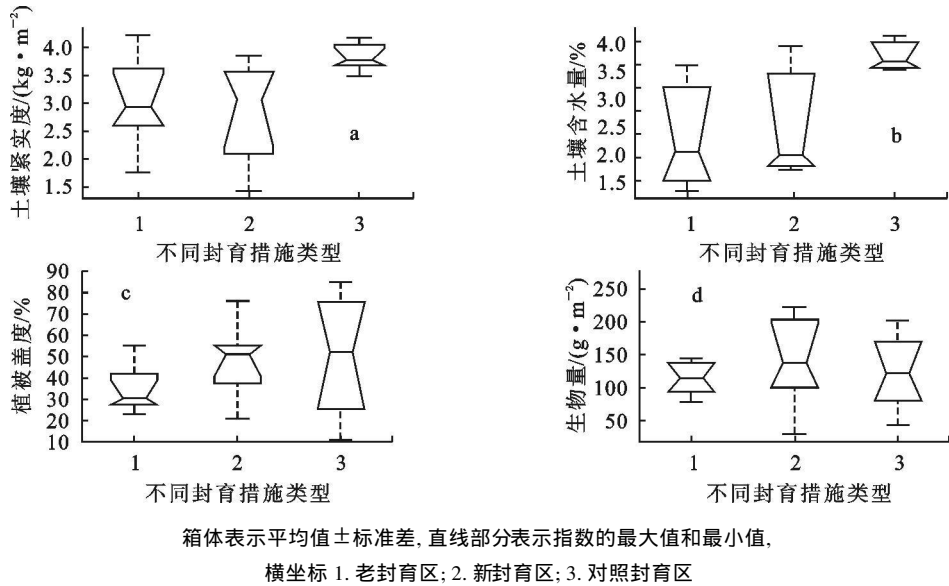


图 1 不同封育类型区的土壤性质和植被特征统计分析

以上分析表明,在 3 种封育措施的群落中,地上部分生物量的变化幅度为 124.17~139.73 g/m²,ANOVA 的分析结果表明,三者间不存在显著差异。封育可提高沙化草地的

地上生物量,新封育区的生物量明显高于老封育区 and 对照区,封育时间较长的样地生物量反而减少,而对照区可能受放牧的影响生物量降低。植被盖度 ANOVA 的方差分析结

果表明,三者间不存在显著差异。而对应的土壤理化性质中,不同封育类型区的土壤紧实度存在着显著差异($P < 0.05$),而土壤水分无差异($p = 0.2315$)。可以判定土壤紧实度对植被的生长状况影响较大^[8]。

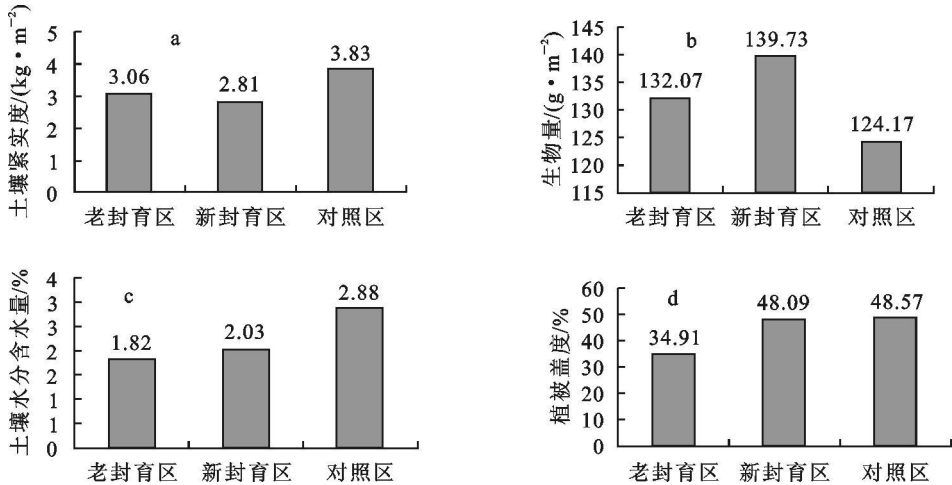


图2 土壤性质和植被特征在不同封育类型区的分布模式

3.2 土壤紧实度对植被生长状况的影响

3.2.1 不同封育类型的土壤紧实度对植被生物量影响

从封育区的土壤紧实度与生物量的相互关系来看,总体水平(图 3a)、老封育区(图 3b)、新封育区(图 3c)和对照区(图 3d)的回归分析都表明土壤紧实度与封育类型区的生物量呈负相关,即随封育类型区土壤紧实度的增加,生物量降

低。其中新封育区和对照区的相关系数显著,老封育区的相关系数不显著,究其原因是因为封育年限较长,放牧压力降低,群落的地表破坏相对降低,地表开始出现土壤或生物结皮,限制了土壤水分的入渗^[9-10],从而使得土壤水分和结皮影响土壤紧实度与生物量的相关关系。

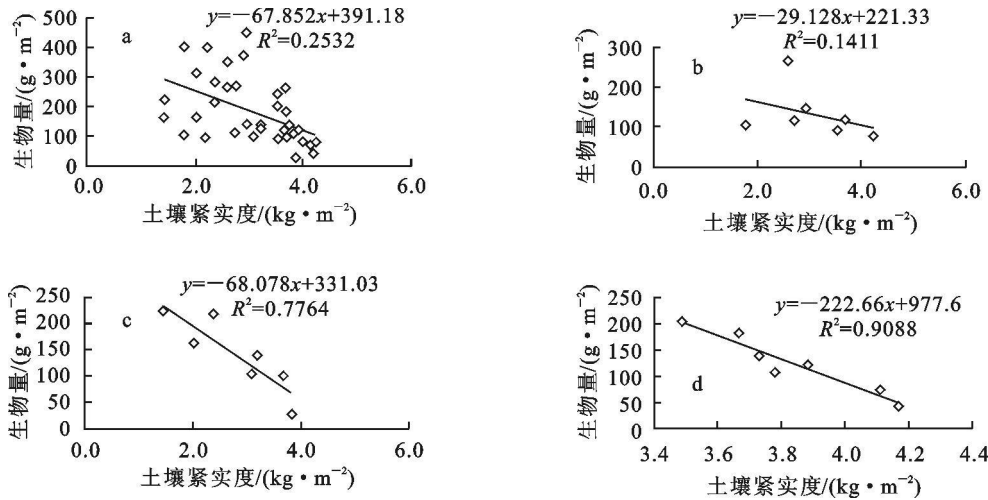


图3 土壤紧实度与植被生物量的关系

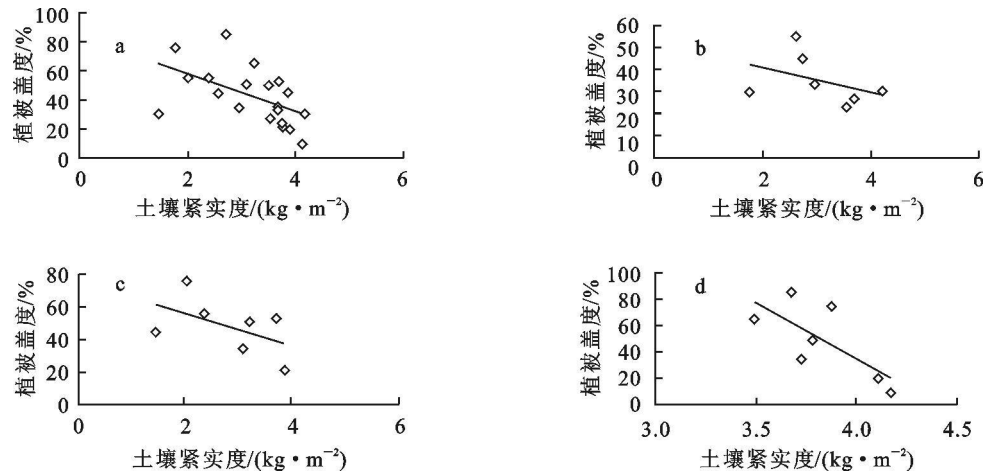


图4 土壤紧实度与植被盖度的关系

3.2.2 不同封育类型的土壤紧实度对植被盖度的影响

从封育区的土壤紧实度与植被盖度的相互关系来看, 总体水平(图 4a)、老封育区(图 4b)、新封育区(图 4c)和对照区(图 4d)的回归分析都表明土壤紧实度与封育类型区的盖度呈负相关, 即随封育类型区土壤紧实度的增加, 生物量降低。

4 结 语

在 3 种封育措施的群落中, 生物量 ANOVA 的方差分析结果表明, 三者间不存在显著差异; 植被盖度 ANOVA 的方差分析结果表明, 三者间不存在显著差异; 土壤含水量 ANOVA 的方差分析结果表明, 三者间不存在显著差异; 土壤紧实度的变化新封育区< 对照区< 老封育区, ANOVA 方

差分析显示存在着显著差异($P < 0.05$), 可以判定土壤紧实度对植被的生长状况影响较大。

从不同类型封育区的土壤紧实度与生物量和植被盖度的相互关系来看, 回归分析都表明土壤紧实度与不同封育类型区的生物量和植被盖度呈负相关。说明土壤紧实度是影响植被生长状况主要因子之一。

从整体上看土壤紧实度与生物量和植被盖度的相互关系是负相关, 即随着土壤紧实度的增加, 生物量和植被盖度呈减少趋势。土壤紧实度在 $2.0\sim 3.0\text{ kg/m}^2$ 时, 植被的盖度和生物量均较高(图 5)。

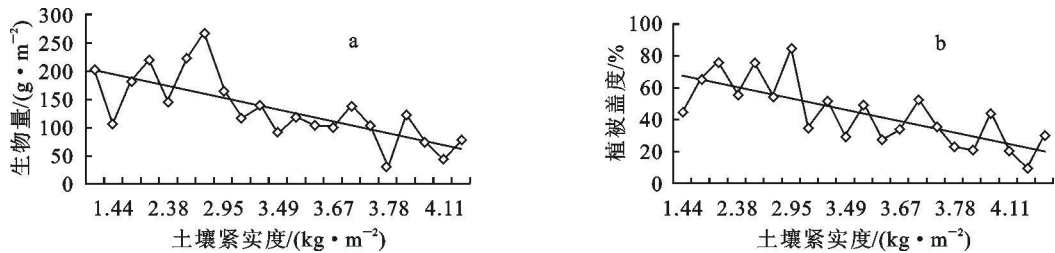


图 5 土壤紧实度与植被特征的关系

参考文献:

[1] 刘晚苟, 山仑, 邓西平. 植物对土壤紧实度的反应[J]. 植物生理学通讯, 2001, 37(3): 254– 260.

[2] Bai W, Bao X, Li L. Effect of *Agriophyllum squarrosum* seed banks on its colonization in a moving sand dune in Hunshandake Sand Land of China[J]. Journal of Arid Environments, 2004, 59: 151– 157.

[3] 常学礼, 杨持, 刘颖如, 等. 裸沙生境中沙米异质种群的时空动态研究[J]. 内蒙古大学学报, 2003, 34(6): 630– 635.

[4] QI Xiangzhen, LIN Zhenshan. Grassland evolution under soil degradation: Numerical simulation and test[J]. Pedoshere, 2005, 15(1): 41– 45.

[5] Zhang Y, Penf B Z, Gao X, et al. Degradation of soil properties due to erosion on sloping land in southern Jiangsu Province, China[J]. Pedoshere, 2004, 14(1): 17– 26.

[6] 中国土壤学会. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 146– 195, 272– 276.

[7] 马育华. 试验统计[M]. 北京: 农业出版社, 1982.

[8] 常学礼, 崔步礼, 陈雅琳, 等. 流动沙丘土壤紧实度对沙米生长状况的影响[J]. 自然资源学报, 2006, 21(2): 238– 244.

[9] 王晓云, 霍建林, 漆建忠. 灌木林放牧利用对沙地水分的缓解作用[J]. 水土保持通报, 1994, 14(7): 15– 21.

[10] 李新荣, 赵雨兴, 杨志中, 等. 毛乌素沙地飞播植被与生境演变的研究[J]. 植物生态学报, 1999, 23(2): 116– 124.

(上接第 22 页)

(4) 将该模型应用于地下水脆弱性评价之中, 对三江平原各地区的地下水脆弱性进行了评价, 得出了三江平原各地区中, 挠力河地区地下水最容易受到污染、以下依次为萝北地区、同抚地区、倭肯河地区、穆棱河地区和安邦河地区。评价结果可为决策部门提供参考。

参考文献:

[1] Jaroslav V, Alexander Z. Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability[A]. Cast any G, Groba E, Romijn E. International Contributions to Hydrogeology Founded[C]. 1968.

[2] 姜桂华. 关中盆地地下水脆弱性研究[D]. 西安: 长安大学, 2002.

[3] 郑秀慧, 张清, 罗敏. 熵权系数法在投资项目风险决策的应用[J]. 科技与管理, 2000(2): 73– 75.

[4] 付强. 农业水土资源系统分析与综合评价[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2005: 350– 352.

[5] 林运东, 门宝辉, 贾文善. 熵权系数法在水体营养类型评价中的应用[J]. 西北水资源与水工程, 2002, 13(3): 27– 28.

[6] Alley L, et al. DRASTIC. A Standardized System for Evaluating Groundwater Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings [M]. U. S. Environmental Protection Agency, Ada, O K, EPA/600/2– 87– 036, 1987: 445.