

宁夏河东沙地农牧交错区不同放牧方式对土壤环境的影响

王占军¹, 蒋齐¹, 刘华¹, 池芳春^{1,2}, 潘占兵¹

(1. 宁夏农林科学院 荒漠化治理研究所, 宁夏 银川 750002; 2. 宁夏大学, 宁夏 银川 750004)

摘 要: 研究了宁夏河东沙地农牧交错区不同放牧方式对土壤环境的影响。结果表明,不同放牧方式下的土壤含水量以 6 区轮牧的较高,自由放牧和封育地的土壤含水量较低,且不同放牧方式和封育地的土壤含水量随季节降雨量的变化呈一致性;封育、6 区轮牧、4 区轮牧和 2 区轮牧地土壤容重分别比自由放牧地的土壤容重下降了 6%, 7.77%, 1.96%, 1.43%;封育、6 区轮牧、4 区轮牧和 2 区轮牧地土壤总孔隙度分别比自由放牧的增加了 7.38%, 4.67%, 3.79%, 4.72%;土壤有机质、全氮、全磷、全钾的变化以自由放牧较高,不同放牧方式之间的差异不显著。土壤速效钾以 6 区轮牧地较高,自由放牧地较低。

关键词: 农牧交错区; 不同放牧方式; 土壤环境

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2007)06—0220—05

中图分类号: S812.2

Impact of Different Grazing Systems on Soil Environment in the Ecotone of Grassland and Farmland to the East Yellow River of Ningxia Region

WANG Zhan-jun¹, JIANG Qi¹, LIU Hua¹, CHI Fang-chun^{1,2}, PAN Zhan-bing¹

(1. Institute of Desert Management, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002, China; 2. Department of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

Abstract: The study was conducted for different grazing systems in the ecotone of grassland and farmland in Ningxia sandy lands. Results indicated that soil moisture was higher in the 6th rotational grazing area and lower under the conditions of continuous grazing and enclosing. The varieties of it with seasons and rainfall amount under different grazing systems had the same trends. Soil bulk densities under enclosing and under 6, 4, and 2 areas rotational grazing were 6%, 7.77%, 1.96%, and 1.43% lower than that of continuous grazing, respectively, and soil porosities, 7.38%, 4.67%, 3.79%, and 4.72%, respectively. The contents of soil organic matter, total nitrogen, total phosphorus, and total potassium presented their maximums under free grazing, but the differences among the grazing systems tested were not notable. It was also showed that soil rapidly available potassium under the 6 areas rotational grazing was higher, and under continuous grazing was lower than the others.

Keywords: ecotone of grassland and farmland; different grazing systems; soil environment

宁夏河东沙地地处我国东部季风区与西部干旱区、黄土高原与鄂尔多斯高原的交汇过渡地带,生态环境极度脆弱,年降水量只有 200 mm 左右,气候变化敏感、水资源极度短缺,由于干旱少雨,植被稀疏,植被组成成分简单,土壤疏松等自然因素及过度放牧,乱垦滥采挖药材、薪柴等人为因素,造成这一地区草原大面积退化沙化,自然条件极端恶劣以成为宁夏

草地生态系统最为脆弱的地区,也是自然灾害多发频发地区,地区经济发展比较落后,人民群众生活十分贫困^[1-2]。针对上述现状,结合国家在西部大开发中实施的一系列生态建设工程,特别是结合退耕还草工程建设的需要,选择中国西部宁夏河东沙地具有典型代表性的干旱风沙地带生态脆弱区——宁夏盐池县,开展了以合理利用水、土、植物资源为基础,以沙化草

收稿日期:2007-03-19

收稿日期:2007-08-24

资助项目:“十一五”国家科技攻关项目“防沙治沙关键技术与示范”(2005BA517A10)

作者简介:王占军(1978—),男(汉族),宁夏回族自治区平罗县人,大学本科,研究实习员。主要从事退化草地植被恢复方面的研究。E-mail: nxwzhj@163.com。

通讯作者:蒋齐(1965—),男(汉族),宁夏回族自治区银川市人,研究员。主要从事生态、资源与环境方面的研究。E-mail: ycjqn@163.com。

地生态恢复与重建为核心的一系列生态恢复措施。本文通过对宁夏河东沙地农牧交错区不同放牧方式对土壤环境影响的研究,为该区域生态系统的恢复及可持续发展利用提供科学依据。

1 试验区概况

实验区位于宁夏东部盐池县花马池镇四墩子行政村,是个典型的半农半牧区。北纬 $37^{\circ}04' - 38^{\circ}10'$,东经 $106^{\circ}30' - 107^{\circ}47'$ 。属于毛乌素沙地西南缘,东西宽 10.9 km,为黄土高原向鄂尔多斯台地过渡地带。境内地势西高东低,海拔多在 1 380 ~ 1 600 m 之间,年平均气温为 7.7°C ,1 月平均气温为 -8.9°C ,7 月平均气温 22.5°C ,绝对最高和最低气温分别是 38.1°C 和 -29.6°C , $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温为 $3\,430.3^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 $2\,949^{\circ}\text{C}$;年日照时数 $2\,867.9\text{ h}$,日照率 65%。年降水量为小于 300 mm,年蒸发量为 2 131.8 mm,年无霜期 162 d 左右,为典型大陆性气候。大地貌为缓坡丘陵,地带性土壤为灰钙土、风沙土,草原类型属于微温微干草地类。

2 研究方法及内容

本研究采用定位和半定位相结合的方法,选择具有代表性的典型样地,试验区的总面积为 $4\,00\text{ hm}^2$,分 10 个栏,每个栏的面积为 40 hm^2 ,在 $1.33\text{ hm}^2/\text{羊}$ 的放牧强度下,设置了 2 区轮牧,4 区轮牧和 6 区轮牧 3 个处理,同时以自由放牧和封育地作为对照,每个处理重复 2 次,从土壤的水分、容重、储水能力、毛管持水量、总孔隙度、毛管孔隙度、非毛管孔隙度、土壤透气度、排水能力、全氮、水解氮、速效磷、速效钾、有机质和 pH 值等方面对不同放牧方式下的土壤理化性质进行分析。

2.1 土壤含水量的测定

采用德国产的时域反射仪 TDR (Time domain reflectometry) 测定,定期监测土壤含水量。在 2006 年 5—10 月,每月中旬测定一次,测定深度为 0—100 cm,分别为 0—20 cm;20—40 cm;40—60 cm;60—80 cm;80—100 cm 这 5 个层次。

2.2 土壤物理性能测定

根据研究内容,选取具有代表性的样地,挖取土壤培面,采用环刀法测定;土壤随机取样,每个培面按 0—10 cm;10—20 cm;20—30 cm;30—40 cm;4 个层次,设 3 个重复,用烘干法和浸水法测定土壤的各项指标,包括土壤容重、毛管孔隙度、总孔隙度、透气性等,计算结果取平均值。

2.3 土壤化学指标的测定

选择具有代表性的样地,采用土钻法,按梅花型方式设点 10 个,按 0—10 cm;10—20 cm;20—30 cm;30—40 cm;4 个层次取样,取土后把 10 个重复的土壤分层均匀混合。样品自然风干后剔除杂质,磨碎过 0.25 cm 的筛,分析测定方法为:(1) 全 N 的测定:凯氏定 N 法 (Kjeldahl);(2) 土壤水解氮的测定:NaOH 水解法;(3) 速效 P 的测定:0.5 M NaHCO_3 浸提—钼锑抗比色法;(4) 速效 K:1N NH_4AC 浸提—火焰光度法;(5) 有机质:铬酸氧还滴定法。

3 研究结果及分析

3.1 不同放牧方式下土壤含水量的变化

在干旱半干旱草原区,水分是植物生存、分布和生长的一个重要限制因子,是决定生态系统结构与功能的关键因子^[3-4]。在土壤表层 0—20 cm 土壤含水量以 6 区轮牧和 2 区轮牧较高,自由放牧和封育土壤含水量较低;在土层 20 cm 以下土壤含水量以 4 区轮牧和 6 区轮牧较高,自由放牧和封育最低(图 1)。

土壤含水量的月变化表现为土壤含水量受降雨量的影响波动很大,在 5 月以前由于上一年的水分积蓄,土壤含水量较高,5—7 月随着气温的上升植物生长需水量增加,而此阶段几乎没有降雨使得土壤含水量急速下降,在 6 月中旬土壤含水量达到了最低,在 7—9 月份为植物生长最旺盛期,而此时也是该区域年降雨的主要时期,虽然植物的耗水量达到了顶峰但是并没有引起土壤水分的下降,相反的土壤含水量逐步上升。就不同放牧方式下土壤含水量的月变化而言,在植物缺水状况下土壤含水量以 4 区轮牧和 6 区轮牧较高,封育和 2 区轮牧较低,当随着降雨量土壤的含水量增加时表现为 6 区轮牧含水量较高,自由放牧和封育地的含水量最低(见图 2)。

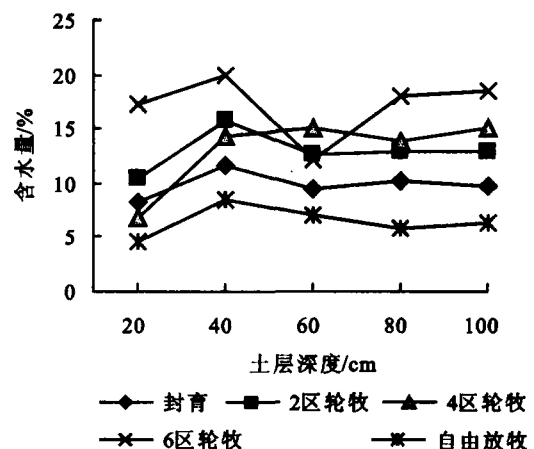


图1 不同放牧方式下土壤含水量的垂直变化

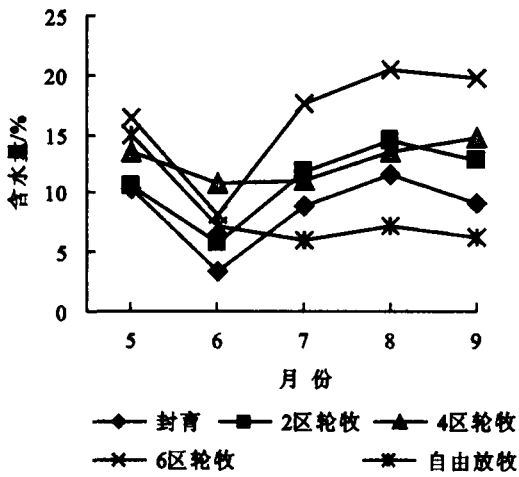


图 2 不同放牧方式下土壤含水量的月变化

3.2 不同放牧方式对退化沙地土壤容重、孔隙度、土壤透气度的影响

土壤的物理性状是土壤持水性能的重要体现,土壤总孔隙度、毛管孔隙度和非毛管孔隙度综合反映了透水持水能力和基本物理性能、土壤透气度、排水能力反映了土壤的保水能力及土壤透气性^[5-6]。(1)不同放牧方式下,土壤容重在 0—10 cm 以 6 区轮牧和封育最低,4 区和 2 区轮牧较高;10 cm 以下以 4 区轮牧和封育较低,自由放牧最高。(2)土壤总孔隙度在土壤 0—10 cm 层以 6 区轮牧较高,4 区轮牧和自由放牧最低;10 cm 以下以封育和 4 区轮牧较高,自由放牧最低。(3)毛管孔隙度在土壤 0—10 cm 层以

6 区轮牧最高,以 4 区轮牧最低;土壤 10 cm 层以下 4 区轮牧较高,6 区最低。(4)非毛管孔隙度 0—10 cm 以封育最低,自由放牧最高,10 cm 以下封育最高,以 2 区轮牧和自由放牧最低。(5)土壤透气性在土壤 0—10 cm 以封育和 6 区轮牧最高,4 区轮牧和自由放牧最低;土壤 10 cm 以下以封育最高,4 区轮牧最低。

就 0—40 cm 土壤总体而言,封育、6 区轮牧、4 区轮牧和 2 区轮牧方别比自由放牧的土壤容重下降了 6%,7.77%,1.96%,1.43%。封育、6 区轮牧、4 区轮牧和 2 区轮牧方别比自由放牧的总孔隙度增加了 7.38%,4.67%,3.79%,4.72%。封育、6 区轮牧、4 区轮牧和 2 区轮牧方别比自由放牧的土壤毛管孔隙度增加了 3.19%,3.77%,1.21%,4.41%。封育、6 区轮牧、4 区轮牧和 2 区轮牧方别比自由放牧的土壤非毛管孔隙度增加了 43.54%,13.09%,26.35%,8.18%。封育、6 区轮牧和 2 区轮牧方别比自由放牧的土壤透气性增加了 18.67%,3.11%,7.79%,而 4 区轮牧比对照降低了 5.09%。封育、6 区轮牧分别比自由放牧土壤的持水能力增加了 0.25%,1.44%,而 4 区轮牧和 2 区轮牧方别比自由放牧下降了 6.29%,4.07%(见表 1)。

由此可以说明,通过封育和划区轮牧明显降低了土壤的容重,增加了土壤的总孔隙度、毛管孔隙度以及土壤的持水能力,并且随着划区轮牧数的增加土壤的物理性状逐渐呈好转趋势。

表 1 不同放牧方式对土壤物理性质的影响

类型	土层深度/cm	容重/cm ³	土壤储水量/mm	毛管持水量/%	非毛管孔隙度/%	毛管孔隙度/%	总孔隙度/%	土壤透气性/%
封育	30—10	1.43	1.88	27.67	5.58	39.66	45.24	43.35
	10—20	1.37	2.97	31.22	8.33	42.84	51.16	48.20
	20—30	1.45	5.70	29.19	6.63	42.41	49.05	43.34
	平均值	1.42	3.52	29.36	6.85	41.64	48.48	44.96
2 区轮牧	0—10	1.65	6.52	25.43	4.66	41.99	46.65	40.13
	10—20	1.43	3.44	29.73	3.39	42.55	45.94	42.50
	20—30	1.38	9.36	30.27	7.41	41.85	49.26	39.90
	平均值	1.49	6.44	28.48	5.15	42.13	47.28	40.84
4 区轮牧	0—10	1.71	3.59	20.72	4.59	35.43	40.01	36.42
	10—20	1.35	12.66	32.38	8.75	43.75	52.51	39.85
	20—30	1.38	16.44	31.41	4.73	43.33	48.06	31.62
	平均值	1.48	10.90	28.17	6.02	40.84	46.86	35.96
6 区轮牧	0—10	1.30	6.24	34.25	4.80	44.60	49.40	43.16
	10—20	1.41	8.80	30.68	4.59	43.33	47.92	39.11
	20—30	1.46	9.52	25.75	6.77	37.69	44.46	34.94
	平均值	1.39	8.19	30.23	5.39	41.87	47.26	39.07
自由放牧	0—10	1.54	4.30	25.13	3.25	38.60	41.84	37.55
	10—20	1.57	7.59	25.04	2.89	39.12	42.02	34.43
	20—30	1.43	9.86	30.29	8.22	43.33	51.56	41.69
	平均值	1.51	7.25	26.82	4.79	40.35	45.14	37.89

3.3 不同放牧方式对土壤养分的影响

土壤养分是植物生长发育所必需的物质基础,土壤养分的高低直接影响植物的生长发育状况^[7-8]。它不仅能够增加土壤的保肥和供肥能力,提高土壤养分的有效性,而且可以促进团粒结构的形成,改善土壤的透水性、蓄水能力以及通气性,增强土壤的缓冲性等^[9-10]。

由表 2 可以看出土壤有机质无论是在土壤表层,还是其它层均以自由放牧方式较高,其次为 2 区轮牧,其它放牧方式较低;土壤全氮、全磷、全钾在不同层均以自由放牧较高,6 区轮牧较低,其它不同放牧方式之间的差异不显著;土壤速效氮在土壤表层以自

由放牧最高,随着土层深度的增加不同放牧方式的速效氮逐渐增加,在 20—40 cm 土层以 6 区轮牧最高,封育和自由放牧的较低;土壤速效氮在土壤表层 0—20 cm 以 6 区轮牧和 4 区轮牧较高,自由放牧最低。在土壤 20 cm 以下以自由放牧较高,2 区轮牧和 4 区轮牧较低;土壤速效钾总体上以 6 区轮牧较高,自由放牧较低。由此可以说明草地不同利用方式对土壤养分有一定的影响,尤其是自由放牧对土壤表层 0—10 cm 的影响很明显,这可能是由于自由放牧的羊只活动频繁,羊的粪便排到土壤表层,使得土壤的养分明显高于其它处理措施。但随着土层深度的增加不同利用方式土壤的养分逐渐趋于好转。

表 2 不同放牧方式对土壤养分的影响

样地	土壤深度	pH 值	全 盐/ (g · kg ⁻¹)	有机质/ (g · kg ⁻¹)	全 氮/ (g · kg ⁻¹)	全 磷/ (g · kg ⁻¹)	全 钾/ (g · kg ⁻¹)	速效氮/ (mg · kg ⁻¹)	速效磷/ (mg · kg ⁻¹)	速效钾/ (mg · kg ⁻¹)
自由放牧	0—20	8.41	0.35	6.53	0.50	0.26	18.90	24.00	1.16	62
	20—40	8.18	0.48	7.88	0.62	0.28	19.60	32.00	1.20	53
	40—60	8.22	0.44	9.24	0.62	0.32	19.00	24.00	1.49	55
	平 均	8.27	0.42	7.88	0.58	0.28	19.16	26.67	1.28	56
封 育	0—20	8.57	0.30	3.38	0.28	0.22	20.60	16.00	1.54	104
	20—40	8.37	0.39	4.96	0.41	0.24	18.50	16.00	0.69	64
	40—60	8.55	0.30	3.38	0.24	0.23	17.80	16.00	1.16	58
	平 均	8.50	0.33	3.91	0.31	0.23	18.97	16.00	1.13	75
2 区轮牧	0—20	8.47	0.30	4.28	0.36	0.24	19.70	20.00	1.39	94
	20—40	8.36	0.35	4.96	0.47	0.22	21.30	28.00	0.63	82
	40—60	8.19	0.44	9.01	0.78	0.33	19.00	38.00	1.39	48
	平 均	8.34	0.36	6.08	0.54	0.26	20.00	28.67	1.14	74
4 区轮牧	0—20	8.48	0.30	3.38	0.28	0.18	18.90	20.00	1.83	85
	20—40	8.47	0.30	3.72	0.38	0.18	19.40	18.00	0.92	66
	40—60	8.30	0.39	7.21	0.60	0.28	18.60	31.00	0.55	46
	平 均	8.42	0.33	4.77	0.42	0.21	18.97	23.00	1.10	65
6 区轮牧	0—20	8.59	0.30	3.16	0.30	0.23	17.80	16.00	2.02	86
	20—40	8.48	0.30	4.73	0.34	0.24	16.90	20.00	1.15	76
	40—60	8.28	0.39	7.66	0.58	0.31	17.20	34.00	1.20	71
	平 均	8.45	0.33	5.18	0.41	0.26	17.30	23.33	1.46	77

4 结果及讨论

宁夏河东沙地退化草场通过封育的恢复措施,土壤的容重明显下降,土壤的总孔隙度、毛管孔隙度、土壤

持水能力及透气性明显增加。就草地的不同利用方式而言,6 区轮牧、4 区轮牧的土壤含水量明显高于自由放牧,土壤总孔隙度、毛管孔隙度、土壤持水能力及透气性随着划区轮牧数的增加也逐渐呈上升趋势。

土壤的有机质、全氮、全磷、全钾、速效氮、速效磷总体上表现为自由放牧明显好于不同轮牧方式,不同放牧方式之间的差异不显著,这可能是由于自由放牧的羊只活动频繁,自身排泄物在一定程度上增加了土壤的养分。土壤速效钾总体而言以 6 区轮牧较高,自由放牧较低。

由于土壤物理性质、化学性质的演变是一个漫长的阶段,宁夏河东沙地退化草场的植被恢复措施才开展了 3 a,因此还需要继续对封育及不同利用方式下的土壤水分、养分及物理性质进行系统深入的研究,从而为该区域的生态恢复及草场的可持续利用提供科学依据。

[参 考 文 献]

- [1] 王海珍,韩蕊莲,冉隆贵,等. 不同土壤水分条件对辽东栎、大叶细裂槭水分状况的影响[J]. 水土保持学报, 2004,18(1):78—81.
- [2] 苏永中,赵哈林,张铜会,等. 科尔沁沙地不同年代小叶锦鸡儿人工林植物群落特征及其土壤特性[J]. 植物生态学报,2004,28(1):93—100.
- [3] 徐文铎,邹春静. 中国沙地森林生态系统[M]. 北京:中国林业出版社,1998.
- [4] 王兵,崔向慧,等. 民勤绿洲——荒漠过渡区水量平衡规律研究[J]. 生态学报,2004,24(2):235—240.
- [5] 王占军,蒋齐,潘占兵,等. 宁夏毛乌素沙地不同密度柠条林对土壤结构及植物群落特征的影响[J]. 水土保持研究,2005,12(6):123—125.
- [6] 李德生,张萍,张水龙,等. 黄前库区森林地表径流水移动规律的研究[J]. 水土保持学报,2004,18(1):78—81.
- [7] 蒂斯代尔(美),纳尔逊(美). 土壤肥力与肥料[M]. 孙秀廷,曹志洪等译. 北京:科学出版社,1984:5—14,271—307.
- [8] 汤建东. 耕作改制对土壤肥力的影响[J]. 土壤与环境, 2000,9(3):257—260.
- [9] 杨金,马振江,张增旺. 复混肥对秋白菜产量及土壤肥力的影响[J]. 土壤通报,1996,27(5):236—238.
- [10] 李生宝,王占军,王月玲,等. 宁南山区不同生态恢复措施对土壤环境效应影响的研究[J]. 水土保持学报, 2006,20(4):20—22.

(上接第 155 页)

4 结 语

流域降雨→径流输沙过程是复杂的非线性映射过程,本文对南小河流域和不同径流小区的产流产沙规律进行了研究,并建立了 BP 人工神经网络模型。通过 BP 神经网络对 4 种植被类型的径流小区(农田、林地、人工草地和天然荒坡)进行产流产沙量进行模拟和预测,结果认为,与其它相关或灰色模型相比,该模型考虑因素较为全面,不仅具有更高的非线性映射能力,而且也有着较好的学习性和泛化性能。该模型也可用于定量评价一定时期内人类活动对流于产流产沙规律所带来的影响,为以后正确评估流域水沙量的作用打下了良好的基础。本文所建立的 BP 网络模型主要是小流域内无较大水利工程情况。在较大流域内,由于水利工程蓄水拦沙的作用对流域径流输沙有较大的影响,因此应把流域内各水利工程的作用也作为影响因子,这将在以后的工作中进一步研究。BP 神经网络模型训练精度和学习时间易受模型结构、网络初始参数的影响,因此根据网络训练样本

特性,正确选择网络初始参数对减少网络工作时间,提高网络训练精度有着重要的实际意义。

[参 考 文 献]

- [1] 周鸿文,金双彦,高亚军,等. 坡面措施蓄水拦沙指标神经网络模型研究[J]. 水土保持学报,2005,27(5):50—52.
- [2] 胡铁松. 神经网络预测与优化[M]. 大连:大连海事大学出版社,1997.
- [3] 焦李成. 神经网络计算[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1993.
- [4] 许全喜. 人工神经网络模型在流域水沙预报中的应用[J]. 人民长江,2003,1(5):30—33.
- [5] 何长高,李友辉. 人工神经网络在花岗岩侵蚀坡面产流产沙预测中的应用[J]. 中国水土保持,2005(6):41—43.
- [6] 刘国东,丁晶. BP 网络用于水文预测的几个问题探讨[J]. 水利学报,1999,1(7):65—69.
- [7] 王效举,龚子同. 红壤丘陵小区域不同利用方式下土壤变化的评价和预测[J]. 土壤学报,1998,2(35):135—139.