

柴达木盆地弃耕地盐碱化治理途径初探

牛东玲¹, 王启基²

(1. 宁夏大学, 宁夏 银川 750021; 2. 中科院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001)

摘要: 通过在柴达木盆地盐碱化弃耕地上种植多年生饲草和增施厩肥的试验结果表明: 耕作层土壤盐分含量明显降低, 土壤由重度盐碱土变为极轻盐碱化土壤; 土壤有机质含量增加, 土壤结构得到改善, 弃耕地植被得到恢复, 第一生产力提高。

关键词: 柴达木盆地; 弃耕地; 盐碱化治理

中图分类号: S156.4 文献标识码: A 文章编号: 1000-6311(2002)02-0030-06

The Primary Research of Salination Control Way of the Discarded Field in Chaidamu Basin. NIU Dong-ling¹, WANG Qi-ji² (1. Ningxia University, Yinchuan 750021; 2. Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Science, Xining 810001, China): *Grassland of China*, No. 2, 2002, pp. 30 ~ 35.

Abstract: By the experiment of planting forage and surface-applied sheep mature in salination discarded field of Chaidamu Basin, the result showed, soil salt content in cultural layer was reduced prominently, soil transformed from heavy saline soil to light saline soil. Soil organic matter content was increased, soil structure was improved, the vegetation of discarded field was restored, and the first production was progressed.

Key words: Chaidamu Basin; Discarded field; Salination control

柴达木盆地地处青藏高原北部, 属高海拔断陷内流封闭盆地。50年代, 在盆地环形细土带上开始了大规模的农业开发建设, 由于盆地气候是典型干旱极干旱荒漠气候型, 蒸降比在20以上, 因而在开垦的同时也相应的发展了自流渠灌, 因采用传统的大水漫灌方式且无配套的排水设施, 导致灌区地下水位急剧上升。由于盆地是个封闭式的水系, 水量平衡主要消耗于蒸发^[1], 从而使已垦耕地普遍发生盐碱化问题。据统计, 自50年代至80年代初, 盆地共垦殖宜农地8.67万hm², 而现在耕地面积只有4.4万hm², 撂

荒一半, 其中盐碱化面积达1.87万hm²^[2]。

由于地区特殊的气候条件, 且地方财力有限, 要全面开展水利措施治理盐碱问题在短期内还难以实现, 因而有必要寻求一种新的治理途径, 以实现畜牧业与生态环境的协调发展。本研究通过示范区试验, 对柴达木盆地弃耕地盐碱化的治理途径进行了初步研究。

收稿日期: 2001-07-02; 修订日期: 2001-12-31

基金项目: 九五国家科技攻关计划项目(97-924-02-03)

作者简介: 牛东玲(1973-), 女, 2001年毕业于中科院西北高原生物研究所。

1 试验地自然概况

试验地位于海西州德令哈市尕斯库勒湖灌区尕斯库勒农场境内(属州草原站用地),该灌区位于德令哈巴音河流域东南部,属巴音河冲积—洪积和尕斯库勒湖相沉积的交接处,海拔约2880m,年均温 3.7°C ,日均温 0°C 的天数为218d,积温为 2373.1°C ;日均温 10°C 的天数为100d,积温为 1684.9°C 。无霜期90~110d,日照时数3182.8h,平均风速 3.0m/s ,大风日数44.1d/年,年降水量188.6mm,集中在5~9月份,占年总降水量的86.7%左右。连续降水日数6d/年,连续无降水日数81d/年,年蒸发量1500mm。地势呈西北高,东南低。示范样地为多年弃耕的撂荒地,撂荒前以种植春小麦为主,撂荒后地表盐霜显著,生长的植物种主要有阔叶独行菜(*Lepidium latifolium*)、刺儿菜(*Cirsium setosum*)等,地面覆盖度5%~15%。该示范样地土壤属于重度氯化物盐土,耕作层盐分含量为1.518%^[3]。

2 研究内容及方法

2.1 种植饲草试验方案

1998~2000年在示范样地进行种草试验,主要种植紫花苜蓿、沙打旺、老芒麦、豌豆、油菜和青海甜燕麦,进行单播、混播并设对照区。

种草区进行深翻冬灌,翌年耙耱整地,机械条播,最后镇压。播种时拌施过磷酸钙(300kg/hm^2)和二胺(187.5kg/hm^2)作为底肥,苗期追施尿素(150kg/hm^2)1次,全年灌溉2~3次。

2.2 增施厩肥试验方案

分别在单播紫花苜蓿地(三龄苜蓿)和对照区(弃耕地封育状态)设不施羊粪和施羊粪(15000kg/hm^2)两种处理,小区面积 $2\text{m} \times 3\text{m}$,各3次重复,随机排列,共12个小区。

2.3 测定项目及方法

于作物收获期(8月)采用收获法测定各处理区地上生物量,样方面积 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$,5次重复,按不同种类分开称取鲜重后,在室内风干至恒重,称干重。采集各处理区土样,按照梅花形取样法设5个样区。每区随机取10个样点,在作物根系活动层分0~10cm、10~20cm、20~30cm三层取样,3次重复,于室内阴干,将各区10个样点相应层次的样品均匀混合后,按四分法留取分析土样(室内分析由青海省化工研究所分析室承担,引用GB7857-7887)。

土壤理化性质分析的主要项目有:pH值(酸度计法)、全盐量(重量法)、可溶盐离子(Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+}) (常规容量法)、 $\text{K}^+ + \text{Na}^+$ (差减法)、全钾(四苯硼钠重量法)、速效钾(四苯硼钠比浊法)、全磷(钼锑抗比色法)、速效磷(碳酸氢钠法)、全氮、速效氮(凯氏定氮法)、交换性钠(火焰光度法)、阳离子交换量(EDTA-胺盐快速法)、有机质含量(重铬酸钾硫酸溶液氧化法)、地温(点温计)、土壤容重(环刀法)、土壤总孔隙度(公式法)。

3 结果与分析

3.1 种植饲草效果分析

3.1.1 种植饲草对弃耕地土壤化学性质的影响

种植饲草两年后,耕作层土壤全盐量下降明显($P < 0.01$),由建植前的1.518%降低到0.087%,土壤脱盐率达94.3%,土壤由建植前的重度盐碱土转变为微盐碱化土壤。对照区耕作层中的盐分含量则呈增长的趋势,其耕作层含盐量由1997年的1.518%增加至1999年的1.886%,土壤积盐率24.2%,尤其是0~10cm土层,积盐率达61.1%(表1)。0~30cm土壤含盐量年际变化情况如图1所示,由图1可明显看出,对照区盐分含量呈逐年增长趋势,而种草区耕层土壤盐分含量则逐年下降。

表 1 不同处理区土壤脱盐状况

Table 1 Soil desalinization regime of the different treatment plot

处理	土 壤 层 次	1997 年 含盐量	1999 年 含盐量	脱盐率 (%)
对照区	0 ~ 10cm	2.808	4.524	- 0.611
	10 ~ 20cm	1.074	0.999	0.067
	20 ~ 30cm	0.673	0.136	0.798
种草区	0 ~ 30cm	1.518	1.886	- 0.242
	0 ~ 10cm	2.808	0.121	0.957
	10 ~ 20cm	1.074	0.064	0.940
	20 ~ 30cm	0.673	0.076	0.887
	0 ~ 30cm	1.518	0.087	0.943

种草两年后,与全盐量密切相关的 Cl^- 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 $\text{K}^+ + \text{Na}^+$ 的含量显著下降 ($P < 0.05$), HCO_3^- 和 CO_3^{2-} 的含量增长不显著 ($P < 0.05$) (表 2)。根据离子组合法^[4]分析,该弃耕地在种植饲草后,耕作层土壤盐分类型主要转变为 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 和 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ 的含量下降, $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ 的含量相对升高。但耕作层土壤钠吸附比小于 18, 碱比值小于 4, 说明在种植多年生饲草改土的过程中,土壤没有碱化现象的发生(表 2)。

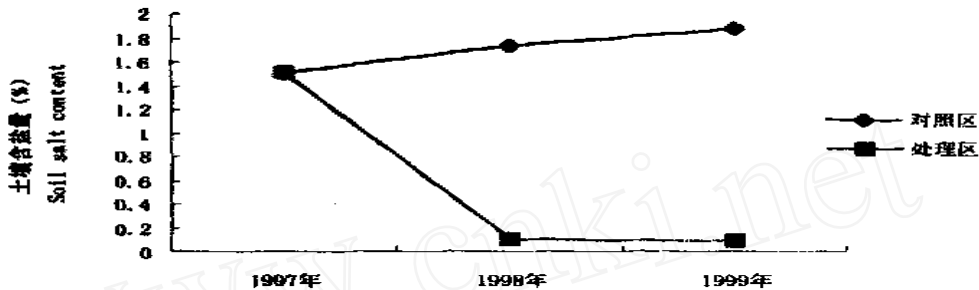


图 1 0~30cm 土壤盐分年际变化

Fig. 1 Annal variation of 0~30cm soil salt content

表 2 不同处理区 0~30cm 土层盐分含量(盐离子单位:me/100g 土)

Table 2 0~30cm Soil salt content of the different treatment plot (Ion unit :me/100g soil)

样区	年份	全盐量 (%)	pH	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{K}^+ + \text{Na}^+$
对照区	1997	1.518	8.06	12.991	1.858	0.573	0.078	6.205	4.852	5.009
	1999	1.886	8.45	22.142	0.368	0.536	0.122	3.643	6.936	12.589
种草区	1998	0.096	8.25	0.429	0.122	0.693	0.079	0.416	0.699	0.207
	1999	0.087	8.37	0.275	0.150	0.664	0.078	0.346	0.428	0.390

表 3 不同处理区 0~30cm 土壤养分含量

Table 3 0~30cm Soil untrient content of the different treatment plot

样区	年份	有机质 (%)	全碳 (%)	全氮 (%)	C/ N	全磷 (%)	速氮 (mg/ kg)	速磷 (mg/ kg)	速钾 (mg/ kg)
对照区	1997 年	1.146	0.665	0.072	9.236	0.068	30.382	9.859	177.9
	1999 年	1.017	0.590	0.066	8.939	0.063	26.873	7.393	420.793
	增值	- 0.129	- 0.075	- 0.006	- 0.297	- 0.005	- 3.509	- 2.466	242.893
处理区	1997 年	1.146	0.665	0.072	9.236	0.068	30.382	9.859	177.9
	1999 年	1.321	0.766	0.082	9.341	0.061	13.334	6.329	45.085
	增值	0.175	0.101	0.010	0.105	- 0.007	- 17.048	- 3.530	- 132.8

3.1.2 种植饲草对弃耕地土壤养分状况的影响

种植前后土壤养分状况如表 3 所示。对照区耕作层土壤养分含量随时间的推移基本处于下降的态势,即土壤状况越来越恶化,退化演替加剧;耕作层土壤有机质含量及全氮量在种植饲草后呈增加趋势,1999 年较 1997 年土壤有机质含量增加 15.27%,全氮量增加 13.89%,土壤 C/N 比值为 9.341,比 1997 年增加 1.137%。土壤中全磷、速氮、速磷及速钾的含量在种草后降低是由于作物只能从土壤中无偿的吸收利用磷、氮及速钾,致使土壤中的含量不断的减少。又因在收获期不断地移走植物的地上部分,伴随着移走了一部分养分,使土壤养分失衡,导致土壤中氮、磷的缺乏。因而,在播种时以及作物生长过程

中,应及时、合理的施以氮磷肥,保证作物生长的需要。刘孟雨等人 1998 年的研究也表明^[5],施氮补磷是苜蓿改良盐碱土壤及作物增产的关键。另一方面,如果在种植的前一、两年将豆类作物的地上部还田,既能达到较好的抑盐作用,又可培肥土壤^[6]。

3.1.3 不同处理区地上生物量比较

由于次生盐渍化等原因而退化的弃耕地经过 3 年的改良和人工群落配置、灌溉、施肥等综合技术措施的实施不仅恢复了草地植被,而且使产草量明显提高(图 2)。1999 年种草区平均干草产量 8178.45kg/hm²,较对照区提高 2.50 倍;2000 年种草区平均干草产量为 9813kg/hm²,较对照区提高 5.11 倍。种草区 2 年平均干草产量为 8995.8kg/hm²,较对照区提高 3.46 倍。

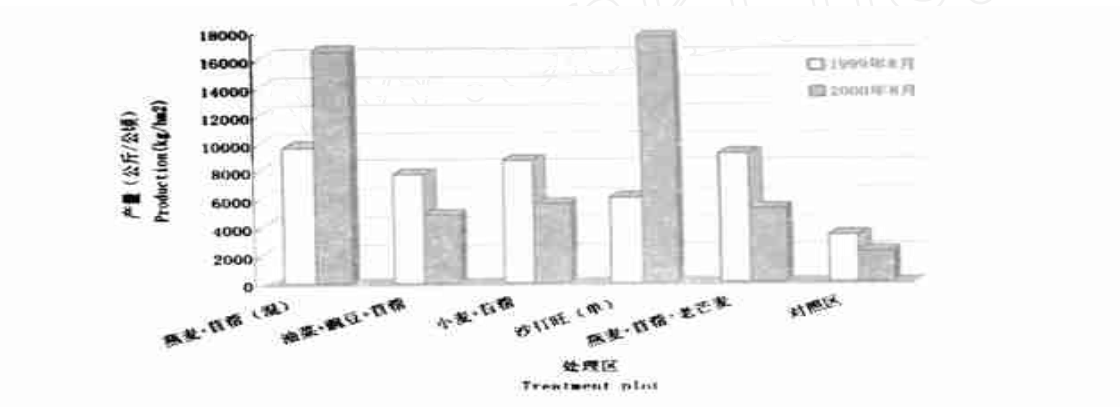


图 2 不同处理区产量比较
Fig. 2 The production comparison of the different treatment plot

1999 年、2000 年种草区可食牧草比例分别为 85.40% 和 94.09%,不可利用的有毒有害杂草比例分别为 14.6% 和 5.91%。按 2 年平均值计,种草区利用牧草平均值为 89.75%,

不可利用的有毒有害杂草平均值为 10.25%,对照区可利用牧草平均值为 44.22%,不可利用有毒有害杂草为 55.78%,种草区可利用牧草较对照区提高 2.03 倍(表 4)。

表 4 不同处理区在收获期(8 月)各类群地上生物量比例(%)

Table 4 The different group above-ground biomass ratio of the different treatment plot in picking time							
年份	项目	燕麦+苜蓿(混)	油菜+豌豆+苜蓿	小麦+苜蓿	沙打旺(单)	燕麦+苜蓿+老芒麦	对照区
1999 年	可食牧草	89.50	57.84	92.88	94.85	91.93	31.11
	毒 杂 草	10.50	42.16	7.12	5.15	8.07	68.89
2000 年	可食牧草	92.59	96.00	90.47	98.88	92.52	57.32
	毒 杂 草	7.41	4.00	9.53	1.12	7.48	42.68

示范区种草为放牧家畜储备了数万斤青干草和近万斤精饲料,不仅恢复了弃耕地植被,提高了人工草地初级生产力,为放牧家畜提供了充足的补饲饲料和放牧草场,同时也减轻了天然草地的载畜压力,对缓解草畜矛盾,保护生态环境及促进生态系统的良性循环起到了积极的促进作用。

3.2 增施厩肥效果分析

3.2.1 增施厩肥对弃耕地土壤理化性质的影响

三龄苜蓿地(单播)和对照区分别设施羊粪和不施羊粪两种处理对土壤容重及总孔隙度的影响如表 5 所示。三龄苜蓿地及对照区表施羊粪后,耕作层土壤容重分别降低 $0.069\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.036\text{g}/\text{cm}^3$,土壤总孔隙度分别增加 2.288%、1.187%。同时,在表施羊粪后,三龄苜蓿地和对照区耕作层(0~30cm)土壤含盐量都有所降低(表 6),三龄苜蓿地施羊粪处理较不施羊粪处理,土壤盐分降低 2.44%;对照区施羊粪处理较不施羊粪处理,土壤盐分降低 10.20%。可以看出,对于盐碱严重的对照区,施用羊粪的效果比盐

分已经减轻的三龄苜蓿地的效果要明显。由表 6 可见,三龄苜蓿地和对照区 0~10cm 和 10~20cm 土层施羊粪后,土壤盐分含量皆降低,而 20~30cm 土层盐分含量则有所增加,说明在表施羊粪后土壤上层的盐分逐渐向下移动。三龄苜蓿地和对照区 0~10cm、10~20cm 土层中有机质含量在表施羊粪后呈增长趋势,分别增加 11.86%、41.82%,而 20~30cm 土层有机质含量没有增加。可以看出,施羊粪后土壤有机质的变化与土壤中盐分的变化相逆,即随着土壤有机质含量的增加,逐步提高了土壤的自我调控能力,对土壤中盐分起到一定的调控作用,将土壤上层的盐分逐步调控至作物根系活动层以下,即逐步建立起“淡化肥沃层”。有机质的这种作用是由于随着有机质含量的增加,土壤毛管孔隙相对减少而大孔隙增多,一方面有利于上层盐分向下淋洗,另一方面当下层水流上升到这层时,一部分毛管突然断裂,水只能以汽态形式向上运行,而可溶盐便停滞在液态水的部位^[7]。

表 5 表施羊粪后不同处理土壤的容重及总孔隙度
Table 5 Soil bulk density and soil total porosity of the different treatment plot after surface-applied sheep manure

土壤层次	土壤的容重(g/cm^3)				土壤总孔隙度(%)			
	三龄苜蓿		对照区		三龄苜蓿		对照区	
	施羊粪	不施羊粪	施羊粪	不施羊粪	施羊粪	不施羊粪	施羊粪	不施羊粪
0~10cm	1.374	1.392	1.289	1.327	48.612	48.018	51.416	50.163
10~20cm	1.351	1.414	1.285	1.384	49.371	47.292	51.548	48.282
20~30cm	1.310	1.437	1.259	1.230	50.724	46.533	52.406	53.363
0~30cm	1.345	1.414	1.278	1.314	49.569	47.281	51.790	50.603

3.2.2 增施厩肥对地上生物量的影响

由表 7 可以看出,增施羊粪后,三龄苜蓿地及对照区地上生物量都有所增加,三龄苜蓿地产量增加了 $0.191\text{kg}/\text{m}^2$,对照区地上部

产量增加了 $0.093\text{kg}/\text{m}^2$ 。说明增施羊粪对于三龄苜蓿地可进一步改善土壤结构,防治土壤返盐;对于对照区则不仅可以明显将土壤中盐分调控到作物根系活动层以下,而且

表 6 表施羊粪后不同处理土壤盐分及有机质变化(%)

Table 6 Soil salt content and soil organic matter change of the different treatment plot after surface-applied sheep mature

土壤层次	土壤盐分(%)				土壤有机质(%)			
	三龄苜蓿		对照区		三龄苜蓿		对照区	
	施羊粪	不施羊粪	施羊粪	不施羊粪	施羊粪	不施羊粪	施羊粪	不施羊粪
0~10cm	0.11	0.120	2.24	2.44	1.320	1.180	1.560	1.1
10~20cm	0.12	0.128	0.17	0.29	1.2	1.160	0.950	0.930
20~30cm	0.13	0.120	0.23	0.21	1.210	1.270	0.710	0.920
0~30cm	0.12	0.123	0.88	0.98	1.243	1.203	1.073	1.983

表 7 表施羊粪各处理区地上部生物量(kg/m²·风干重)

Table 7 Aboveground biomass of the different treatment plot after surface-applied sheep mature
(Unit: kg/ m². dry weight)

处 理	三龄苜蓿		对照区	
	施羊粪	不施羊粪	施羊粪	不施羊粪
样 1	1.476	0.888	0.104	0.064
样 2	1.100	1.516	0.216	0.048
样 3	1.696	1.296	0.168	0.096
平均值	1.424	1.233	0.163	0.069

可以培肥地力,提高地上生物量。

4 小结

经过 3 年的示范试验,弃耕地植被得到恢复,盖度由 36.0 % 提高到 78.6 %,较对照区提高 2.18 倍。人工草地产草量有较大幅度的提高,试验区牧草平均产量为 8995.8 kg/ hm²,较对照区产量 (2598kg/ hm²) 提高 3.46 倍。试验示范区优良牧草比例明显增加,可利用牧草的平均值达 89.75 %,不可利用的有毒有害杂草的平均值为 10.25 %,试验区可利用牧草较对照组 (44.22 %) 提高 2.03 倍,不可利用有毒有害杂草较对照区 (55.78 %) 减少 5.44 倍。

由于采用深耕、施肥、灌溉、耐盐碱牧草品种的选育和人工群落配置等农业技术措施

使土壤盐分含量减少,通过 3 年的示范试验,示范区土壤盐分含量由原来的 1.518 % 下降到 0.128 % ~ 0.087 %,土壤由原来的重度氯化物盐土转变为极轻盐化土,土壤有机质含量有所增加,土壤结构得到改善,使草地生态环境得到明显改善,防治土地盐碱化取得了一定的成效。由于植被的恢复和草食动物食物资源的增加,使有害啮齿类动物以及它们的天敌也相继增加,目前示范区周围每天有 2~3 只鹰在盘旋,在示范区一年四季均有斑鸡在此活动。

参考文献:

[1] 黎立群,王遵亲. 青海柴达木盆地盐渍类型及盐渍地地球化学特征[J]. 土壤学报,1990,27(1):43~53.
[2] 青海农业资源区划办公室. 青海土壤[M]. 北京:中国农业出版社,1997. 12~371.
[3] 牛东玲,彭红春,王启基. 柴达木盆地弃耕地盐渍状况主分量分析[J]. 草业学报,2001,10(2):39~46.
[4] 杨柳青. 新疆盐渍土基层分类研究[J]. 土壤通报,1988,19(6):244~247.
[5] 刘孟雨,但野利秋,刘会灵. 苜蓿改良的盐碱土壤施肥对小麦效应研究——对小麦生长及产量的影响[J]. 生态农业研究,1998,6(2):58~60.
[6] 严慧峻,魏由庆. 盐渍土麦秸还田效应研究初探[J]. 土壤肥料,1993,(5):15~17.
[7] 刘思义,魏由庆. 马颊河流域影响土壤盐渍化的几个因素的研究[J]. 土壤学报,1988,25(2):110~118.