

柴达木盆地弃耕地成因及其土壤盐渍地球化学特征*

王启基¹ 王文颖^{2,3} 王发刚⁴ 李晓明⁵ 杨惠青⁵(1 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001; 2 青海师范大学, 西宁 810008; 3 兰州大学, 兰州 730000;
4 青海畜牧兽医职业技术学院, 青海湟源 810600; 5 海西州草原站, 青海德令哈 817000)

摘要 柴达木盆地弃耕地土壤 pH 值一般都在 8 左右, 属于碱性土壤。土壤含盐量较高, 其全盐量随着土层深度的增大而减少。0~10 cm 土层中的含盐量最大, 一般在 1~45 g kg⁻¹ 之间。弃耕地土壤阳离子主要以 K⁺、Na⁺、Mg²⁺、Ca²⁺ 为主, 各阴离子在三层土体中的含量为 Cl⁻ > SO₄²⁻ > HCO₃⁻ > CO₃²⁻。经相关分析表明, 弃耕地土壤全盐量与 Cl⁻ 呈极显著的正相关 ($p < 0.01$), 其次为 Mg²⁺ 和 Ca²⁺ ($p < 0.05$), 而与 HCO₃⁻ 呈负相关; Cl⁻ 与 Mg²⁺ 和 Ca²⁺ 呈极显著的正相关 ($p < 0.01$), 与 CO₃²⁻ 和 SO₄²⁻ 呈弱的正相关, 而与 HCO₃⁻ 呈负相关; 从而进一步说明, 柴达木盆地弃耕地土壤为氯化物盐化土。柴达木盆地弃耕地土壤有机质含量较少, 0~30 cm 土层中有机质平均含量为 11.46 g kg⁻¹; 全氮、全磷的含量极低, 全钾的含量较为丰富。示范试验结果分析认为, 柴达木盆地荒漠绿洲土地退化及土壤盐碱化的发生与当地自然条件和人为不合理利用等因素有紧密的联系。

关键词 柴达木盆地; 弃耕地; 成因盐渍地球化学特征**中图分类号** S156 **文献标识码** A

柴达木盆地是我国四大盆地之一, 地处青藏高原的北缘, 青海省的西北部, 北纬 35°02' ~ 39°20', 东经 90°16' ~ 99°27', 面积约 25.6 万 km², 盆地平均海拔 3 000 m。柴达木盆地不仅蕴藏着丰富的矿产资源, 而且品种多、储量大, 闻名全国。还拥有 535.85 万 hm² 天然草地, 占全区土地面积的 23.1%, 是发展草地畜牧业的物质基础。耕地面积约 4.14 万 hm², 占土地总面积的 0.18%, 是盆地的农业基地。柴达木盆地丰富的矿产、石油、天然气资源和草地资源是西部大开发的宝贵财富, 也是该区经济可持续发展的物质基础, 具有得天独厚的优势。但是, 由于柴达木盆地在严酷自然环境的影响下, 草场植被以荒漠草场类型为主, 植被稀疏, 覆盖度低, 土壤风蚀、盐渍化严重, 为典型脆弱生态系统。随着人口的不断增加, 工业和农牧业的发展, 以及不合理开发利用、过度放牧等人为干扰, 导致土地退化, 生态环境不断恶化。自 20 世纪 50 年代至 80 年代, 先后开垦宜农荒地 8.67 万 hm², 但由于次生盐渍化、风蚀、沙化等原因, 致使一多半的农田弃耕、撂荒^[1]。这种现状直接

威胁着绿洲农业的生存和发展, 同时对柴达木盆地草地畜牧业、农业和区域经济可持续发展以及人类生存环境提出严峻挑战。如何遏止草地的退化和荒漠化进程, 利用已荒废的弃耕地种草植树, 恢复植被, 使退化生态系统逐步向良性循环方向发展, 实现草地农业与生态环境协调发展是各级政府和科研工作者亟待解决的问题。

本文旨在通过柴达木盆地弃耕地形成原因及其土壤盐渍地球化学特征的探讨, 为开发利用次生盐渍化土地、改造中低产田、退耕还林还草和保护生态环境提供科学依据。

1 试验区概况

试验样地设在海西州德令哈市境内, 位于尕斯库勒农场三大队、郭里木乡荒漠草地和尕斯库勒湖的交接处, 地势呈西北高, 东南低。海拔约 2 800 m。年均温 2.8℃, 年辐射量 693.33 kJ cm⁻², 日照时数 3 182.8 h, ≥0℃积温为 2 363.9℃, 累积天数约 216 d, ≥10℃积

* 国家“九五”科技攻关项目(97-924-02-03)、中国科学院资源与生态环境研究重点项目(210126)、中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站基金项目资助

作者简介: 王启基(1945-), 男, 青海湟源人, 研究员, 从事草地生态学和植物生态学研究, 发表论文 80 余篇

收稿日期: 2002-12-17; 收到修改稿日期: 2003-06-16

温为 1 660.0℃, 累积天数约 113 d, 无霜期 90~110 d。年均降水量 181.8 mm, 年蒸发量 2 370.0 mm, 干燥度 2.4。平均风速 3.0 m s⁻¹, 大风日数每年约 44.1 d。土壤类型为盐化耕灌棕钙土, 多数土壤耕层含盐量大于 10 g kg⁻¹, 局部地区高达 50.87 g kg⁻¹, 地表常有 2 cm 左右的盐壳。示范试验地为多年弃耕的撂荒地, 植被稀疏, 毒杂草丛生, 基本失去利用价值, 植被覆盖度仅 15%。主要植物为一些耐盐碱的刺儿菜 (*Cirium setosum*)、阔叶独行菜 (*Lepidium latifolium*) 和芦苇 (*Phragmites australis*) 等^[2]。

2 材料与方法

2.1 样品采集

采集示范样地实施前(1997年8月)的原始土样, 取样时按照梅花形取样法, 在试验地东、西、南、北、中五个方位设置样地取土, 即5次重复。为使样品具代表性, 每个方位随机取10个点。在作物根系活动层按0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm三层采样后, 于室内通风处阴干, 将各处10个样点相应层次的样品均匀混合后, 按四分法留取土样待分析。

2.2 分析测试

土壤溶液采用1:5土水比浸提, pH值用酸度计法, 全盐量用重量法, Cl⁻用硝酸银滴定法, SO₄²⁻用重量法, HCO₃⁻、CO₃²⁻用标准盐酸溶液滴定法, Ca²⁺、Mg²⁺用EDTA滴定法, K⁺+Na⁺用差减法, 全钾用四苯硼钠重量法测定, 速效钾用四苯硼钠比浊法测定, 全磷用钼锑抗比色法, 速效磷用碳酸氢钠法, 全氮、速效氮用凯氏定氮法, 有机质含量用重铬酸钾硫酸溶液氧化法。室内分析由青海省化工研究所分析室承担。

3 结果与分析

3.1 弃耕地土壤盐离子分布特征

柴达木盆地由于特殊地理位置和干旱气候的影响, 植被主要以荒漠草地为主, 仅在水源充足的地方形成荒漠绿洲, 从事农业生产, 其土壤理化特性亦具独特性。柴达木盆地深居内陆, 气候干旱, 降水稀少, 太阳辐射强烈, 蒸发量巨大, 加之地下水位较高, 农田排灌设施不配套, 长期以来农业管理水平落后, 措施不当等原因, 导致大量农田土壤次生盐渍化, 使农业产量下降, 甚至造成大面积的农田弃耕, 对绿洲农业生态环境造成极大威胁。

柴达木盆地弃耕地土壤 pH 值一般都在 8 左右, 属于偏碱性土壤。土壤含盐量较高, 其全盐量随着土层深度的增大而减少。0~10 cm 土层中的含盐量最大, 一般在 1~45 g kg⁻¹ 之间, 平均含量为 28.08 g kg⁻¹; 10~20 cm 土层中的含盐量居中, 平均值为 10.74 g kg⁻¹; 20~30 cm 土层含盐量最低, 平均值为 6.73 g kg⁻¹。盐分表聚强烈, 对农作物的生长发育产生严重的危害。

该地区弃耕地土壤中的阴离子以 Cl⁻ 为主, 其次为 SO₄²⁻, HCO₃⁻ 和 CO₃²⁻ 含量很少。依据 Cl⁻/SO₄²⁻ 毫克当量比值大于或等于 4 时为氯化物盐土的分类法^[3,4], 该地 0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm 土层中, Cl⁻/SO₄²⁻ 毫克当量比值依次为 5.34、23.28、17.23, 可知该区弃耕地土壤中盐类主要为氯化物。同时, 各层的碱比值(SDR)皆小于 4, 钠吸附比小于 18^[3-5], 土壤碱化现象不严重。

弃耕地土壤阳离子以 K⁺、Na⁺、Mg²⁺、Ca²⁺ 为主, 其含量随着土壤深度的增加而减少。在 0~10 cm 土层中 K⁺+Na⁺ 的含量较大; 而 10~20 cm、20~30 cm 土层中, Ca²⁺、Mg²⁺ 含量大于 K⁺+Na⁺ 的含量。由此可见, 柴达木盆地弃耕地土壤为氯化物盐化土。各类可溶性盐按其溶解度大小在土壤剖面中自上而下地球化学垂直分异特点, 各阴离子在三层土体中的含量为 Cl⁻ > SO₄²⁻ > HCO₃⁻ > CO₃²⁻, 即氯化物最为活跃, 硫酸盐次之, 碳酸盐较稳定, 此结果与戈敢^[6] 的研究结果相似。

3.2 弃耕地土壤盐离子相关分析

表 1 弃耕地土壤盐离子相关分析¹⁾

Table 1 Correlation analysis of salt ion for 0~30 cm soil layer in deserted farmland

	全盐量 Total salt	pH	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Ca ²⁺
pH	0.273						
Cl ⁻	0.984	0.309					
SO ₄ ²⁻	0.554	0.214	0.587				
HCO ₃ ⁻	-0.580	0.190	-0.459	0.035			
CO ₃ ²⁻	0.660	0.715	0.696	0.472	-0.097		
Ca ²⁺	0.952	0.213	0.892	0.372	-0.749	0.566	
Mg ²⁺	0.972	0.372	0.992	0.571	-0.454	0.735	0.874

1) n = 15

由表 1 可知, 弃耕地土壤全盐量与 Cl⁻ 呈极显

著的正相关($p < 0.01$),其次为 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} ($p < 0.05$),而与 HCO_3^- 呈负相关; Cl^- 与 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 呈极显著的正相关($p < 0.01$),与 CO_3^{2-} 和 SO_4^{2-} 呈弱的正相关,而与 HCO_3^- 呈负相关; SO_4^{2-} 与 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 CO_3^{2-} 呈弱正相关; HCO_3^- 与上述盐离子呈弱负相关。从而进一步说明,该地区弃耕地土壤盐分含量以氯化物为主。同时也说明由于柴达木盆地干旱气候的影响,氯化物随土壤水分的蒸发向地表的聚集强烈,盐分主要以向上运行为主,常在地表层形成一层约 0.5~2 cm 的盐壳,对农作物的生长发育造成极大的危害。

3.3 弃耕地土壤盐离子主成分分析

应用主成分分析,对弃耕地土壤特性及盐离子分布可作定量的描述,找出具代表性的主导因子,在不损失或少损失信息的条件下从多个变量中构建相互独立的综合变量,从而对盐渍化状况作出正确的评价。由表 2 可知,各土层主成分非常明显,0~10 cm、10~20 cm 和 20~30 cm 土层中的第一主分量的贡献率均在 60% 以上,即第一主分量已能将该地的盐渍化状况给予正确的反映。三层土体的前两个主分量的累计贡献率达到 95.0% 左右^[7],保持了原变量信息的绝大部分,信息损失仅为 5.0%。

表 2 弃耕地 0~30 cm 土层主成分分析特征值及贡献率

Table 2 The eigenvalues and contribution rates of the PCA for 0~30 cm soil layer in the deserted farmland

项目 Item	土层深度 Depth of soil(cm)	主成分 PCA				
		1	2	3	4	5
特征值	0~10	6.55	2.06	0.37	0.02	0
Eigenvalues	10~20	5.50	3.16	0.23	0.12	0
	20~30	6.88	1.63	0.40	0.09	0
	贡献率	0~10	72.80	22.90	4.20	0.10
Contribution rates (%)	10~20	61.10	35.10	2.60	1.20	0
	20~30	76.40	18.10	4.50	1.00	0
	累计贡献率	0~10	72.80	95.70	99.90	100.00
Accumulated contribution rates (%)	10~20	61.10	96.20	98.80	100.00	100.00
	20~30	76.40	94.50	99.00	100.00	100.00

由表 3 可知,0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm 土体中第一主分量对 Cl^- 、全盐量、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 呈强的正向负荷,在实际意义上反映了土壤的盐化状况,说明该地区土壤主要的盐分组成为氯化物。第一主分量与 Cl^- 、全盐量的相关系数大于第一主分量与 HCO_3^- 的相关系数,说明土壤盐化过程占优势,第一主分量越大,表示土壤盐化程度越严重。三层土体

中第二主分量与 $K^+ + Na^+$ 和 HCO_3^- 呈正相关,与 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 成负相关。第二主分量与 Cl^- 、 HCO_3^- 呈正相关,与 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 呈负相关。根据当地实际情况及各指标与第一主分量间的相关性显著程度,认为 Cl^- 、全盐量、 Mg^{2+} 是该地区盐渍状况的特征因子,土壤中主要盐分组成为氯化镁。

表 3 第一、二主成分对各指标的因子负荷量

Table 3 The factor loading of the first and second PCA for indexes

土层深度 Soil layer(cm)	主分量 PCA	全盐量 Total salt	pH	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$K^+ + Na^+$
0~10	I	0.995	0.945	0.999	0.491	-0.392	0.959	0.961	0.995	0.667
	II	-0.063	-0.179	-0.020	0.843	0.835	0.018	-0.275	-0.076	0.731
10~20	I	0.985	-0.656	0.941	0.833	-0.724	-0.517	0.899	0.958	-0.006
	II	-0.104	-0.717	0.322	-0.513	0.667	-0.755	-0.439	0.260	0.995
20~30	I	0.986	-0.704	0.986	0.984	-0.947	-0.727	0.966	0.997	-0.337
	II	-0.106	-0.629	0.133	-0.177	0.076	-0.489	-0.250	-0.022	0.932

3.4 弃耕地土壤养分分布特征

柴达木盆地弃耕地土壤中有有机质含量较少, 0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm 土层中的含量分别为 12.82 g kg^{-1} 、 11.82 g kg^{-1} 、 9.76 g kg^{-1} , 0~30 cm 土层中有有机质平均含量为 11.46 g kg^{-1} 。全氮、全磷的含量极低, 0~30 cm 土层中的平均含量分别为 0.72 g kg^{-1} 、 0.68 g kg^{-1} 。全钾含量较为丰富, 0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm 土层中的含量分别为 27.04 g kg^{-1} 、 26.98 g kg^{-1} 、 28.80 g kg^{-1} , 0~30 cm 土层中全钾的平均含量为 27.61 g kg^{-1} 。各土层中养分含量的垂直分布依次为 0~10 cm > 10~20 cm > 20~30 cm, 即土壤养分含量随土层深度的加大而减少。

柴达木盆地弃耕地土壤速效养分含量依次为速效钾 > 速效氮 > 速效磷, 0~30 cm 土层中的平均值分别为 178 mg kg^{-1} 、 30.38 mg kg^{-1} 、 9.86 mg kg^{-1} 。各养分含量主要集中分布在 0~10 cm 土层中, 分别占 0~30 cm 土层总含量的 44.38%、58.35%、58.65%, 其含量随土壤深度增加而减少。在速效氮中以硝态氮为主, 占 0~30 cm 土层中速效氮总量的 65.67%, 且主要分布在 0~10 cm 土层中, 占该层速效氮总量的 82.06%, 随着土壤深度增加其含量明显减少。铵态氮的分布随土壤深度的增加呈增加的趋势, 但变化不很明显。0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm 土层中铵态氮含量分别为 9.55 mg kg^{-1} 、 9.94 mg kg^{-1} 、 11.90 mg kg^{-1} 。

3.5 柴达木盆地弃耕地形成原因

柴达木盆地为青藏高原北缘一个巨大的山间封闭盆地, 由西北向东南方向延伸, 东西长约 800 km, 南北宽约 300 km。西北、东北和南部分别由阿尔金山、祁连山和昆仑山所环绕, 总面积 27.50 万 km^2 。其中, 四周山区面积 15.08 万 km^2 , 底部盆地平原面积 12.42 万 km^2 。盆地中荒漠绿洲土地退化及土壤盐碱化的发生与当地自然条件和人为不合理利用等因素有紧密的联系。

3.5.1 地形地貌 试验示范区位于巴音河中下游尕斯库勒农场境内, 地形较为封闭, 地势由西北向东南尕斯库勒湖方向倾斜, 东北南三面环山, 巴音河由灌区西部流向戈壁而消失。灌区上部为巴音河洪积冲积地带, 地表有 3~5 m 厚的砂土-砂壤土, 下部为砂砾石层, 透水性能良好, 地下水埋深 5~8 m 以下, 地下径流条件良好, 为自然排水良好的非盐渍区; 灌区的中下部属洪积冲积和尕斯库勒湖相沉积地段, 地表有 6~10 m 厚的粉砂轻壤-中壤亚砂粘土, 土壤致密, 呈

鳞片状结构, 透水性能较差, 地下水埋深 1~4 m, 自然排水不好; 灌区最下部为尕斯库勒湖积平原区, 地表有 10 m 左右的亚粘土, 透水性极差。

3.5.2 水文、地质条件 由于柴达木盆地地质构造运动的剧烈变化, 原来古柴达木湖解体, 使盆地内湖泊遍布, 盐类的化学沉积相当广泛, 并出现过两次大的聚盐盛期, 沉积层盐分含量很高。灌区土壤多发育于洪积冲积-湖相沉积成土母质, 成土母质的原始含盐量高, 这是导致土壤发生盐渍化的基础。

由图 1 可以看出, 示范区地下水位埋深的季节变化在 3.12~3.46 m 之间, 位于临界深度(4~4.5 m)以上, 毛管活动频繁。就整个灌区而言, 上部水流到中下部淤积, 使地下水位抬高, 加之地下径流不畅, 水资源的平衡主要通过蒸发作用进行调节, 从而使土体中溶解的盐分不断地向上运移, 积聚在土壤表层。

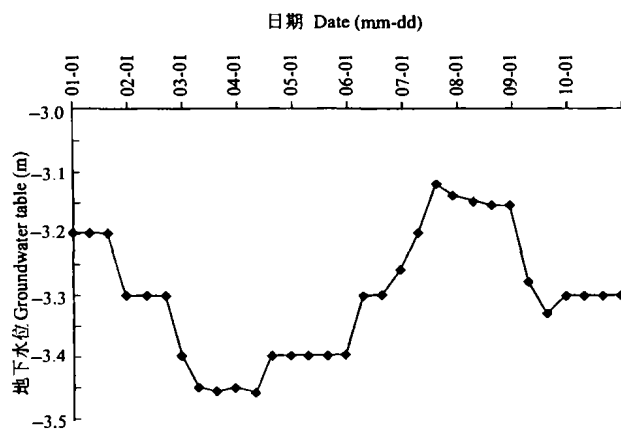


图 1 示范区地下水位动态

Fig. 1 The dynamic of groundwater table in the experimental area

3.5.3 气候条件 柴达木盆地是高原内陆封闭地区, 具有大陆性高原气候特征。降水稀少, 蒸发量大, 年降水量不足 200 mm, 仅为年蒸发量的 1%~18%, 气候干燥, 除东部降水量相对较多, 属干旱区外, 其余中西部广大地区为极干旱区(图 2)。示范区多年平均降雨量为 181.8 mm, 蒸发量高达 2 370.0 mm。在蒸降比高的情况下, 土壤及地下水中的可溶盐类随土壤毛管水流上升到地表层, 水分蒸发而盐分累积于地表。一般情况下, 气候越干旱, 蒸发越强烈, 土壤积盐也就越多。尤其是早春四、五月份, 由于地表裸露, 且多大风, 蒸发更为强烈, 其间蒸发量约为 250.2 mm, 而降水量仅为 5.73 mm, 蒸降比达 43.66, 是春旱土壤返盐的高峰期。此外, 风蚀和细小盐粒随风

迁移对土壤盐碱化的发生也起到一定的促进作用。

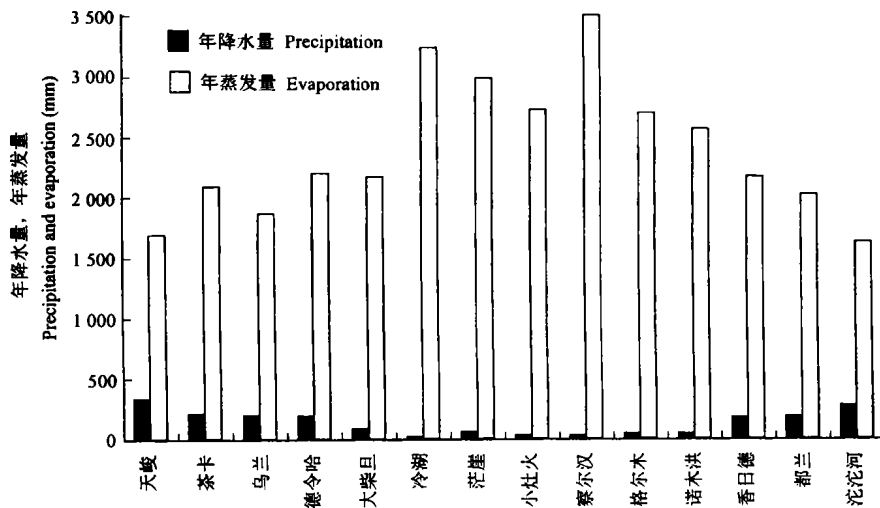


图 2 柴达木盆地年降水量及年蒸发量比较

Fig. 2 The comparison of annual precipitation and evaporation in Qaidam Basin

3.5.4 生物因素 因土壤盐碱化而使耕地撂荒之后,在弃耕地上逐渐形成以阔叶独行菜 (*Lepidium latifolium*) 为优势种的耐盐和盐生植物群落。主要的伴生种有钝叶独行菜 (*L. sibiricum*)、芦苇 (*Phragmites communis*)、赖草 (*Aneurolepidium dasystachys*)、白茎盐生草 (*Haloptylon arachnoides*)、唐古特白刺 (*Nitraria tangutorum*)、西伯利亚滨藜 (*Atriplex sibirica*) 等。这些耐盐植物,尤其是真盐生植物和泌盐植物,其根系从土壤深层吸收水分的同时吸收了部分盐分,它们的植物体枯萎凋落后,又重新将体内的盐分归还到土壤,使土壤下层的盐分转移到土壤上层,从而加剧了弃耕地土壤中盐分的运移和逐年积累。

3.5.5 人为因素 由于柴达木盆地干旱少雨,水资源紧缺,尤其对荒漠绿洲水资源的管理不善和排灌设备不配套等原因,导致土地退化,生态环境恶化。土地开垦初期,多采用大水漫灌,土壤盐分下移,暂时能得到较好效果,但因耕地无排水设施,地下径流排泄不畅,盐分仅淋洗到不深的下层,为土地盐碱化造成了潜在的隐患。由于过多的灌溉水补充,使地下水位不断上升,甚至超过临界地下水位,在气候因素的驱动下,增加了地下水和下层土体中盐分向表土层的迁移和累积,使土壤发生次生盐碱化。此外,灌溉水中所携带的盐分,也是土体中盐分积累的一个重要来源。另一方面,农区种植业结构不合理,品种单一,且耕作技术粗放,有机肥施用量少,秸秆不还田;荒漠草地超载、过度利用,进行掠夺式经营,使土地用养失调,土壤肥力和自我调控能力

下降,生态系统能量流动和物质循环受到破坏,也是造成土壤盐碱化重要原因之一。

综上所述,形成柴达木盆地土壤盐碱化的原因错综复杂,自然因素与人为因素互为因果,交织作用,不同时期主次地位交替变化。地形、地貌、水文地质和含盐母质等条件是形成该区土壤盐碱化的内因和物质基础,干旱少雨、多风的气候条件和人类活动干扰是形成土壤盐碱化的外因和主要驱动力。因此,为了有效遏止该地区土地退化,实施退化生态系统恢复与重建,尤其是土壤盐碱化防治和改良,必须根据土地退化原因和形成机理,采用综合治理的技术措施。依照可持续发展战略目标,实施产业结构调整 and 配套技术方案,在退化严重弃耕地和中低产田实行种草植树及退牧还草,只有这样才能达到土地的持续利用以及生态环境与社会经济协调发展。

参考文献

- [1] 周立,任文浩,于升松,等.柴达木盆地水资源供需关系及生态保护.西宁:青海人民出版社,2000.100~108. Zhou L, Ren W H, Yu S S, et al. The relation between supply and demand of water resource in Chidamu Basin (In Chinese). Xining: Qinghai People Press, 2000. 100~108
- [2] 李晓明,尕切江,苍生海,等.柴达木盆地退化弃耕地紫花苜蓿地上生物量动态.中国草地,2001,23(3):29~34. Li X M, Ga Q J, Cang S H, et al. The seasonal dynamics of biomass of the second-year *Medicago sativa* of the degeneration abandoned arable in Chaidamu Basin (In Chinese). China Grassland, 2001, 23(3): 29~34
- [3] 王遵亲,祝寿泉,俞仁培,等.中国盐渍土.北京:科学出版社,

1993. 36 ~ 125. Wang Z Q, Zhu S Q, Yu R P, *et al.* Salinized Soil of China (In Chinese). Beijing: Science Press, 1993. 36 ~ 125
- [4] 黎立群, 王遵亲. 青海柴达木盆地盐渍类型及盐渍地球化学特征. 土壤学报, 1990, 27(1): 43 ~ 53. Li L Q, Wang Z Q. Salt-affected soil type and saline-geochemical features in Qaidam Basin, Qinghai (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 1990, 27(1): 43 ~ 53
- [5] 谢森祥. 盐碱地种稻与土壤碱化关系的初步研究. 土壤肥料, 1981, (4): 4 ~ 6, 16. Xie S X. Preliminary studies of the relation between plant rice and alkalization of soil in saline-alkali land (In Chinese). Soil Fertilizer, 1981, (4): 4 ~ 6, 16
- [6] 戈敢. 盐碱地改良. 北京: 水利电力出版社, 1987. Gao G. The Improve of Saline-alkali Field (In Chinese). Beijing: Water Conservation and Power Press, 1987
- [7] 牛东玲, 彭红春, 王启基, 等. 柴达木盆地弃耕地盐渍状态的主成分分析. 草业学报, 2001, 10(2): 39 ~ 46. Niu D L, Peng H C, Wang Q J, *et al.* The principal component analysis of salinized situation in desert land of Chaidamu Basin (In Chinese). Acta Grassland, 2001, 10(2): 39 ~ 46

FORMING FACTORS AND SALINE-GEOCHEMICAL FEATURES OF DESERTED FARMLAND IN Q Aidam BASIN

Wang Qiji¹ Wang Wenyong^{2,3} Wang Fagang⁴ Li Xiaoming⁵ Yang Huiqing⁵

(1 Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China; 2 Qinghai Normal University, Xining 810008, China; 3 Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; 4 Qinghai Animal Veterinarian Occupation College, Huangyuan, Qinghai 810600, China; 5 Haixi Prefectural Grasslands Station, Delingha, Qinghai 817000, China)

Abstract Deserted farmlands in the Qaidam Basin are mostly of alkali soil with pH value around 8, high in salt content. Salts concentrate mostly in the 0 ~ 10 cm surface layer, ranging within 1 ~ 45 g kg⁻¹, and decrease in content with depth of the profile. Cations in the soil are dominated with K⁺, Na⁺, Mg²⁺ and Ca²⁺, whereas anions are in a decreasing order of Cl⁻ > SO₄²⁻ > HCO₃⁻ > CO₃²⁻ in terms of content in the 0 ~ 10 cm, 10 ~ 20 cm and 20 ~ 30 cm soil layers. The correlation between total salt and Cl⁻ content is positive and extremely significant ($p < 0.01$), and that between total salt and Mg²⁺, Ca²⁺ content significantly positive, too ($p < 0.05$), but that between total salt and HCO₃⁻ content negative, whereas, the correlation between Cl⁻ and Mg²⁺, Ca²⁺ content is positive and extremely significant ($p < 0.01$), and that between CO₃²⁻ and SO₄²⁻ content also significantly positive, but that between Cl⁻ and HCO₃⁻ content negative. All these findings further suggest that the soils are heavy chloride saline soils. Organic matter contents of the soils are low averaging 11.46 g kg⁻¹ in the 0 ~ 30 cm soil layer. The content of total N and P of the soils are also very low, but the soils are rich in K.

The results obtained from experimental area indicate that degradation and salinization of the soils is closely related to the local natural conditions and irrational human activities in the region.

Key words Qaidam Basin; Deserted farmland; Cause of formation; Saline-geochemical features