

柴达木盆地弃耕地盐渍状况的主分量分析

牛东玲¹, 彭宏春¹, 王启基¹, 尕切江²,
李晓明², 扬慧青², 仓生海², 祁迎林²

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001; 2. 青海省海西州草原站, 青海 德令哈 817000)

摘要: 采用主分量分析(PCA)方法对柴达木盆地弃耕地盐渍化状况进行了研究, 结果表明, 该地属于中重度氯化物盐渍地, 耕作层含盐量在 0.5% ~ 4.0% 之间, 盐分表聚强烈, 基本无自然淋溶过程。耕作层第一、二主分量显著, 累计贡献率高达 95.0% 左右, 反映了该区土壤含盐量及盐离子分布规律, 认为全盐量、 Cl^- 、 Mg^{2+} 是该弃耕地盐渍环境的特征因子。

关键词: 柴达木盆地; 弃耕地; 主分量分析; 盐碱地

中图分类号: S 155.293 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-5759(2001)02-0039-08

柴达木盆地地处青藏高原北部, 东经 90°07' ~ 99°20', 北纬 35°13' ~ 39°18', 北依阿尔金山—祁连山南侧, 南靠昆仑山, 东为青海南山, 属高海拔断陷内流封闭盆地, 自盆地四周高山向盆地中心, 依次为戈壁、平原、湖沼, 形成一个明显的向心环状分布带^[1]。盆地的内部热量充沛, 土地辽阔, 总面积 25.66 万 km², 盆地底部面积约 12 万 km², 其中细土带面积约 2.47 万 km²。自 50 年代起, 在盆地环形细土带上进行了大规模的农业开发建设。垦殖宜农地 8.67 万 hm², 目前耕地面积只有 4.4 万 hm², 撂荒一半, 其中盐碱化面积达 1.87 万 hm²。

柴达木盆地属于典型干旱极干旱荒漠气候型, 蒸降比在 40 以上, 严酷的荒漠气候使盆地平原地区几乎不产生径流, 地表植被稀疏矮小。无灌溉就无农业^[1]。发展自流渠灌后, 因采用无排水压盐、大水漫灌等不合理的灌溉制度, 以及多年来用地重于养地, 农作物品种单一, 绿肥作物面积相对很少, 且轻视有机肥的施用, 致使土地贫瘠, 土壤自我调控能力低下, 盐碱化现象严重, 造成大面积土地弃耕撂荒。盆地气候干旱多风, 降水稀少, 蒸发强烈^[2], 土地一旦弃耕撂荒, 土体中盐分就会迅速随水分蒸发而上行, 使盐碱化现象进一步加剧。盐碱地的生态环境条件恶劣, 生产能力低下, 要合理开发和利用大面积分布的盐碱地, 首先必须了解土壤中盐离子的分布状况和主要的盐分类型以及它们之间的相互关系和盐碱化形成机理, 才能因地制宜的加以治理和开发利用。以往对柴达木盆地的盐碱化问题, 多侧重于单个离子含量的直接测定和定性描述^[3~5], 而对各盐离子之间关系的定量分析研究未见报道。笔者采用主分量分析方法, 从影响土壤盐碱化的多个因子中构建出一个或少数几个综合指标, 全面反映土壤盐碱化的特点, 为进一步寻求合理的治理措施提供理论依据。

1 试验地自然概况

试验样地设在海西州德令哈市尕海农场境内(属于州草原站用地), 该地海拔约 2 880 m, 位于德令哈巴音河流域东南部, 属巴音河冲积—洪积和尕海湖相沉积的交接处, 年均温 2.8

收稿日期: 2000-09-04

基金项目: 本项研究由国家“九五”科技攻关项目资助(97-924-02-03)

作者简介: 牛东玲(1973-), 女, 陕西西安人, 在读硕士。

日均温 0°C 的天数为 216 d,积温为 2 363.9 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$;日均温 10°C 的天数为 113 d,积温为 1 660.0 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 。年降水量 181.8 mm,年蒸发量 2 370.0 mm,无霜期 90~110 d,连续降水日数 6 d/a,连续无降水日数 81 d/a,日照时数 3 182.8 h,平均风速 3.0 m/s,大风日数 44.1 d/a。地势呈西北高,东南低,在 70 年代修建的 23 眼机井,因井房坍塌,电网无存等原因,已基本丧失了竖井排灌的功能,地下水位又急剧上升,地表盐霜显著,大面积耕地又重新处于弃耕撂荒状态。所选示范地为多年弃耕的撂荒地,主要的植物种为芦苇 (*Phragmites communis*),阔叶独行菜 (*Lepidium latifolium*) 和刺儿菜 (*Cirsium setosum*),地面覆盖度 15%。

2 试验材料及方法

试验采取野外调查与室内分析相结合的方法。采集示范样地的原始土样,按照梅花形取样法,在试验地东,西,南,北,中 5 个方位取土,即 5 次重复。为使样品具代表性,每个方位随机取 10 个点,在作物根系活动层分 0~10、10~20 和 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。

测试土壤溶液采用 1:5 土水比浸提液,pH 值用酸度计法,全盐量用重量法,可溶盐离子采用常规容量法。试验数据用主分量分析法 (PCA) 进行处理^[6,7]。采用 PCA. bas 应用程序,所有运算过程均在计算机上完成。

3 结果与讨论

3.1 盐离子含量分析

从表 1 中可知,土壤 pH 值平均值为 8.06,呈碱性。0~30 cm 土层盐分含量平均值为 1.518%,耕作层含盐量在 0.5%~4.0% 之间,属于中重度盐渍土,盐分含量呈 T 型分布,不同深度的全盐量依次为 0~10 cm > 10~20 cm > 20~30 cm,盐分表聚强烈。依据 $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ 离子毫克当量比值大于或等于 4 时为氯化物盐土的分类法^[8],该地 0~10、10~20 和 20~30 cm 土层中 $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ 离子毫克当量比值依次为 5.34、23.28 和 17.23,可知土壤中盐类主要为氯化物。仅阴离子而言,各层中 Cl^- 和 SO_4^{2-} 的含量均高于 HCO_3^- 和 CO_3^{2-} 的含量,说明碳酸氢盐和碳酸盐是该土壤类型盐分的次要成分。根据盐分上下运动的规律,以氯化物最为活跃,硫酸盐次之,碳酸盐较稳定^[9]。由此可推出,在易溶性盐类上行过程中,氯化物表聚性最为强烈,硫酸盐次之;而对于土壤脱盐过程,硫酸盐类较氯化物的淋溶速度慢。由表 1 可看出,各类可溶性盐按其溶解度大小在土壤剖面中自上而下的地球化学垂直分异特点, Cl^- 在表层 (0~10 cm) 的含量明显高于 SO_4^{2-} 的含量,可初步得出,该地盐分离子的运动趋势以聚积为主,很少淋洗脱盐过程,这与该地特殊的气候如降水稀少,蒸发强烈等条件因子有密切的关系。

表 1 盐离子含量平均值

Table 1 The mean value of salt ion content

mmol/ 100 g 土

土壤层次 Soil layer	全盐量 % Salt content	pH	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{K}^+ + \text{Na}^+$
0~10 cm	2.808	8.15	26.564	4.971	0.508	0.100	10.180	10.608	13.356
10~20 cm	1.074	7.98	7.755	0.333	0.590	0.067	5.240	2.385	1.135
20~30 cm	0.673	8.06	4.653	0.270	0.623	0.067	3.194	1.562	0.837
0~30 cm	1.518	8.06	12.991	1.858	0.573	0.078	6.205	4.852	5.009

3.2 盐离子间相关性分析

通过对各离子之间的相关分析,揭示盐分在土体中的存在形态,可在一定程度上反映出盐分的运动趋势。结果表明(表 2、3、4),在 0~10 cm 土层,全盐量与 Mg^{2+} 、 Cl^{-} 、 Ca^{2+} 达极显著正相关($P < 0.01$),与 pH 、 CO_3^{2-} 达显著正相关($P < 0.05$);10~20 cm,全盐量与 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^{-} 显著正相关($P < 0.05$);20~30 cm 全盐量与 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^{-} 极显著正相关($P < 0.01$),与 HCO_3^{-} 显著负相关($P < 0.05$)。0~10 cm 土层中,全盐量与 Cl^{-} 的相关系数达 0.996 5,高于 10~20 cm 和 20~30 cm 土层,也高于全盐量与别的阴离子的相关程度,说明氯化物在表层土积聚强烈,盐分以向上运行为主。在 20~30 cm 土层,全盐量与 SO_4^{2-} 具极显著正相关性($P < 0.01$),并且由表 2~4 可见,在 0~30 cm 土层中,随土壤深度的增加,全盐量与 SO_4^{2-} 的正相关性呈增大的趋势,在 0~10 cm,10~20 cm 土层, Cl^{-} 与全盐量的相关系数显著高于 SO_4^{2-} 与全盐量的相关系数,而 20~30 cm SO_4^{2-} 与全盐量的相关系数则高于 Cl^{-} 与全盐量的相关系数,这体现出盐分在随水分上行的过程中,硫酸盐较氯化物移动缓慢,也说明了盐分是处于不断向上运行的过程。并且随土层的加深, Cl^{-} 与 SO_4^{2-} 的正相关性呈逐渐增大的趋势,在 20~30 cm 达到显著正相关水平($P < 0.05$),由以上分析可得出该地土壤主要处于向上不断积盐的过程,氯化物向土壤表层聚积,硫酸盐也在不断的增加,基本没有自然淋溶过程。在 0~10 cm 土层中, CO_3^{2-} 与全盐量显著正相关($P < 0.05$),相关系数为 0.934 3,可推知该土层含有一定量的碳酸盐类。 HCO_3^{-} + CO_3^{2-} 的含量代表土壤的总碱度^[10],二者与土壤 pH 值密切相关,随土壤深度的增加, CO_3^{2-} 与 pH 的相关系数由大变小; HCO_3^{-} 与 pH 的相关系数则由小变大。这是因为在土壤表层,在干旱气候条件下,重碳酸盐通过蒸发作用失去 CO_2 转变为碳酸盐,从而使表层土中碳酸盐类含量相对增高。土壤溶液中高浓度的全盐量、 Cl^{-} 、 SO_4^{2-} 是盐土的特征,而高含量的 HCO_3^{-} 、 CO_3^{2-} 则是碱土的特点。当土壤中含较高的盐浓度,在一定程度上也影响盐基交换,对土壤碱化起一定的抑制作用。由以上分析可知,在荒漠性大陆气候

表 2 0~10 cm 土层盐离子相关性分析

Table 2 The correlation analysis of salt ion for 0~10 cm soil layer

	全盐量 Salt content	pH	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	CO_3^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$K^{+} + Na^{+}$
全盐量 Salt content	1.0000								
pH	0.9320 *	1.0000							
Cl^{-}	0.9965 **	0.9407 *	1.0000						
SO_4^{2-}	0.4516	0.2535	0.4761	1.0000					
HCO_3^{-}	-0.4703	-0.4150	-0.4139	0.4254	1.0000				
CO_3^{2-}	0.9343 *	0.9787 **	0.9482 *	0.4288	-0.2599	1.0000			
Ca^{2+}	0.9754 **	0.9492 *	0.9666 **	0.2450	-0.6150	0.9074 *	1.0000		
Mg^{2+}	0.9978 **	0.9398 *	0.9981 **	0.4321	-0.4685	0.9358 *	0.9791 **	1.0000	
$K^{+} + Na^{+}$	0.6280	0.4590	0.6540	0.9750 **	0.2930	0.6130	0.4440	0.6140	1.0000

注: *: $r_{0.05} = 0.878$; **: $r_{0.01} = 0.959$; $n = 5$

表 3 10~20 cm 土层盐离子相关性分析

Table 3 The correlation analysis of salt ion for 10~20 cm soil layer

	全盐量 Salt content	pH	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺ + Na ⁺
全盐量 Salt content	1.0000								
pH	-0.5541	1.0000							
Cl ⁻	0.9075 *	-0.8407	1.0000						
SO ₄ ²⁻	0.8472	-0.2203	0.6023	1.0000					
HCO ₃ ⁻	-0.7830	-0.0389	-0.4623	-0.9288 *	1.0000				
CO ₃ ²⁻	-0.4067	0.8298	-0.7015	-0.0444	-0.0668	1.0000			
Ca ²⁺	0.9323 *	-0.2729	0.7058	0.9707 **	-0.9436 *	-0.1316	1.0000		
Mg ²⁺	0.9285 *	-0.8211	0.9961 **	0.6570	-0.5063	-0.6459	0.7483	1.0000	
K ⁺ + Na ⁺	-0.0950	-0.7030	0.3260	-0.5310	0.6720	-0.7200	-0.440	0.2640	1.0000

表 4 20~30 cm 土层盐离子相关性分析

Table 4 The correlation analysis of salt ion for 20~30 cm soil layer

	全盐量 Salt content	pH	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺ + Na ⁺
全盐量 Salt content	1.0000								
pH	-0.6096	1.0000							
Cl ⁻	0.9708 **	-0.7605	1.0000						
SO ₄ ²⁻	0.9889 **	-0.5900	0.9495 *	1.0000					
HCO ₃ ⁻	-0.9063 *	0.7132	-0.8919 *	-0.9432 *	1.0000				
CO ₃ ²⁻	-0.6580	0.6831	-0.7831	-0.6359	0.5500	1.0000			
Ca ²⁺	0.9854 **	-0.5018	0.9248 *	0.9936 **	-0.9067 *	-0.5987	1.0000		
Mg ²⁺	0.9944 **	-0.6752	0.9874 **	0.9867 **	-0.9222 *	-0.7172	0.9729 **	1.0000	
K ⁺ + Na ⁺	-0.4050	-0.3480	-0.1970	-0.4970	0.3970	-0.1770	-0.554	-0.349	1.0000

的影响下,土壤中盐分随土壤中水分的强烈蒸发而向上积聚,耕作层中氯化物占优势。由于该地常年弃耕,地表覆盖度很低,积盐过程随弃耕年限的延长而常年进行,土壤溶液中氯化物浓度有增无减,土壤胶体吸附的代换性钠离子也很难进入土壤溶液中与 HCO₃⁻ 形成 NaHCO₃,抑制土壤碱化的趋势。在试验地的土壤表面也可明显观察到一层约 0.5~1.0 cm 的盐霜。

3.3 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 5~7 可知,各土层主成分十分突出,0~10 cm 和 20~30 cm 土层

中的第一主分量的贡献率十分高,达到 70.0% 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。10~20 cm 第一主分量的贡献率也高达 61.10%,是分析的主要方面。三层土体前两个主分量就已使累计贡献率达到 95.0%,保持了原变量信息的绝大部分,信息损失仅为 5.0%。

表 5 0~10 cm 土层主成分分析特征值及贡献率

Table 5 The eigenstructure values and contribution rates of the PCA for 0~10 cm soil layer

0~10 cm	1	2	3	4	5
特征值 Eigenstructure values	6.552	2.059	0.374	0.015	0
贡献率(%) Contribution rates	72.80	22.90	4.20	0.20	0
累计贡献率(%) Accumulated contribution rates	72.80	95.70	99.80	100.00	100.00

表 6 10~20 cm 土层主成分分析特征值及贡献率

Table 6 The eigenstructure values and contribution rates of the PCA for 10~20 cm soil layer

10~20 cm	1	2	3	4	5
特征值 Eigenstructure values	5.497	3.155	0.230	0.118	0
贡献率(%) Contribution rates	61.10	35.10	2.60	1.30	0
累计贡献率(%) Accumulated contribution rates	61.10	96.10	98.70	100.00	100.00

表 7 20~30 cm 土层主成分分析特征值及贡献率

Table 7 The eigenstructure values and contribution rates of the PCA for 20~30cm soil layer

20~30 cm	1	2	3	4	5
特征值 Eigenstructure values	6.875	1.632	0.403	0.090	0
贡献率(%) Contribution rates	76.40	18.10	4.50	1.00	0
累计贡献率(%) Accumulated contribution rates	76.40	94.50	99.00	100.00	100.00

表 8 第一、二主成分对各指标的因子负荷量

Table 8 The factor loading of the first and second PCA for indexes

土层 Soil layer	主分量 PCA	全盐量 Salt	pH	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺ + Na ⁺
因子负 荷量 Factor loading	0~10 cm	0.995	0.945	0.999	0.491	-0.392	0.959	0.961	0.995	0.667
		-0.063	-0.179	-0.020	0.843	0.835	0.018	-0.275	-0.076	0.731
	10~20 cm	0.985	-0.656	0.941	0.833	-0.724	-0.517	0.899	0.958	-0.006
		-0.104	-0.717	0.322	-0.513	0.667	-0.755	-0.439	0.260	0.995
	20~30 cm	0.986	-0.704	0.986	0.984	-0.947	-0.727	0.966	0.997	-0.337
		-0.106	-0.629	0.133	-0.177	0.076	-0.489	-0.250	-0.022	0.932

由表 8 可见,三层土体第一主分量对 Cl⁻、全盐量、Mg²⁺、Ca²⁺ 呈强的正向负荷,在实际意义上代表了土壤的盐化状况,与 HCO₃⁻ 的逆向负荷则代表了土壤的碱化状况,表明第一主分量

是反映土壤盐渍状况的综合指标。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。三层土体第二主分量与 $\text{K}^+ + \text{Na}^+$ 和 HCO_3^- 成正相关关系,与 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 成负相关关系, $(\text{K}^+ + \text{Na}^+) / (\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+})$ 是盐渍土结构状况的一个指标,土壤中 $\text{K}^+ + \text{Na}^+$ 的相对含量越高(或 $\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}$ 的相对含量越低),越易造成土壤结构分散,物理性状恶化。即湿时一包糟,干时一把刀,土壤透水透气性差^[11]。在 10~20 cm、20~30 cm,第二主分量与 Cl^- 、 HCO_3^- 成正相关关系,与 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 成负相关关系,高浓度 Cl^- 和 HCO_3^- 在作物根系活动层皆抑制作物对钙的吸收,毒害作用高于后两种阴离子。可见第二主分量在第一主分量一致的基础上,是对土壤结构和盐基离子毒害作用的反映。第二主分量越大,土壤结构愈恶化,有害离子浓度愈高。各土层性状指标的第一、二主分量表达式为:

$$0 \sim 10 \text{ cm}: Y = 0.389x_1 + 0.369x_2 + 0.39x_3 + 0.192x_4 - 0.153x_5 + 0.375x_6 + 0.375x_7 + 0.389x_8 + 0.26x_9$$

$$Y = -0.044x_1 - 0.124x_2 - 0.014x_3 + 0.587x_4 + 0.582x_5 + 0.013x_6 - 0.191x_7 - 0.053x_8 + 0.509x_9$$

$$10 \sim 20 \text{ cm}: Y = 0.42x_1 - 0.28x_2 + 0.401x_3 + 0.355x_4 - 0.309x_5 - 0.221x_6 + 0.383x_7 + 0.409x_8 - 0.002x_9$$

$$Y = -0.058x_1 - 0.404x_2 + 0.181x_3 - 0.289x_4 + 0.376x_5 - 0.425x_6 - 0.247x_7 + 0.146x_8 + 0.56x_9$$

$$20 \sim 30 \text{ cm}: Y = 0.376x_1 - 0.269x_2 + 0.376x_3 + 0.375x_4 - 0.361x_5 - 0.277x_6 + 0.368x_7 + 0.38x_8 - 0.128x_9$$

$$Y = -0.083x_1 - 0.492x_2 + 0.104x_3 - 0.139x_4 + 0.06x_5 - 0.383x_6 - 0.196x_7 + 0.017x_8 + 0.729x_9$$

式中 Y_1, Y_2 分别代表第一、二主分量; $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9$ 分别代表标准化后的全盐量、 pH 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 $\text{K}^+ + \text{Na}^+$ 。

Y_1, Y_2 表达式中各指标系数的大小反映该指标对各主成分的贡献大小,结合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,认为可将 Cl^- 、全盐量、 Mg^{2+} 作为该地盐渍状况的特征因子。

3.4 土壤盐碱化性状指标的 R-分析

R-分析是对性状或指标的分类,对于一个性状指标 x_i 而言,主成分 Y_j 与 x_i 的相关系数表达式为: $p(Y_j, x_i) = \lambda_{jij}$,即第 j 个主成分对第 i 个性状指标向量所承担的那一部分分量等于 λ_{jij} ,因此又把点 p_i 的第 j 个坐标称为第 j 个主成分对第 i 个性状指标的因子负载量(factor loading)。每一个点 p_i 代表一个性状,全部 n 个性状构成空间中 n 个点的图形,它们显示出性状之间的关系,靠近者表示关系密切,远离者表示疏远。利用 R-分析,对土壤盐渍状况指标性状在第一、二主分量构成的空间作散点图,直观体现各性状因子间的相互关系。以各指标在第一主成分上的负荷量为横坐标,以第二主成分上的负荷量为纵坐标作图(图 1~3)。从图 1~3 可知,0~10 cm 土层中全盐量、 Cl^- 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 CO_3^{2-} 可归为一类,体现了该土层盐分组成及土壤盐化的特征;在 10~20 cm 和 20~30 cm 土层中,全盐量、 Cl^- 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 可归为一类,代表土壤盐分组成及土壤盐化的特征,与第一主分量的物理意义相同。在 10~20 cm、20~30 cm 土层, HCO_3^- 、 $\text{K}^+ + \text{Na}^+$ 、 CO_3^{2-} 和 pH 可归为一类,体现了土壤结构状况

及土壤碱化的特点。由此可看出盐碱土分类的两大趋势:盐土和碱土, HCO_3^- 、 $\text{K}^+ + \text{Na}^+$ 、 CO_3^{2-} 代表了土壤碱化的方向,而全盐量、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 则代表了土壤盐化的方向。

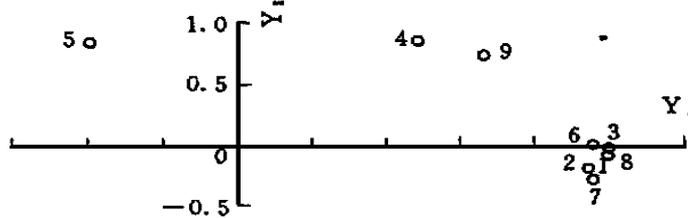


图 1 0~10 cm 土层 R 分析

Fig. 1 Ranalysis for 0~10 cm soil layer

注:1:全盐量 Salt; 2:pH; 3: Cl^- ; 4: SO_4^{2-} ; 5: HCO_3^- ; 6: CO_3^{2-} ; 7: Ca^{2+} ; 8: Mg^{2+} ; 9: $\text{K}^+ + \text{Na}^+$.

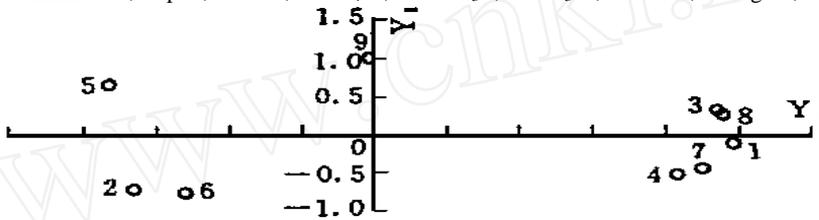


图 2 10~20 cm 土层 R 分析

Fig. 2 Ranalysis for 10~20 cm soil layer

注:1:全盐量 Salt; 2:pH; 3: Cl^- ; 4: SO_4^{2-} ; 5: HCO_3^- ; 6: CO_3^{2-} ; 7: Ca^{2+} ; 8: Mg^{2+} ; 9: $\text{K}^+ + \text{Na}^+$.

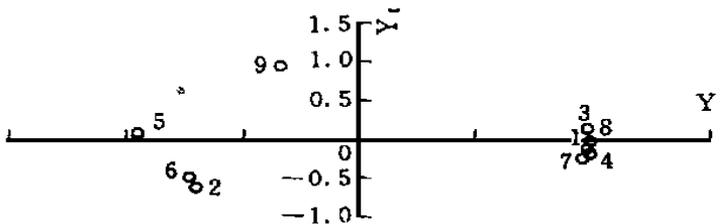


图 3 20~30 cm 土层 R 分析

Fig. 3 Ranalysis for 20~30 cm soil layer

注:1:全盐量 Salt; 2:pH; 3: Cl^- ; 4: SO_4^{2-} ; 5: HCO_3^- ; 6: CO_3^{2-} ; 7: Ca^{2+} ; 8: Mg^{2+} ; 9: $\text{K}^+ + \text{Na}^+$.

4 小结

该地土壤属于氯化物盐土,严重危害作物出苗和生长发育。弃耕地耕作层第一、二主成分累计贡献率高达 95.0%, 可以作为该弃耕地土壤盐碱化状况的综合指标,为寻求对该地综合治理途径提供理论依据。

本文仅对弃耕地盐碱化现状进行了初步分析,对其动态变化、形成机理以及耕作技术对盐分含量的影响和生态过程另文报道。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 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 [J]. 土壤学报,1990,27(1):43 - 53.
- [3] 马玉寿. 柴达木盆地退耕撂荒地的改良 [J]. 青海畜牧兽医杂志,1995,(3):10 - 13.
- [4] 刘育民. 柴达木盆地盐渍土的初步研究 [J]. 地理学资料,1960,(7):20 - 23.

- [5] 青海省农林科学院土壤肥料研究所. 柴达木盆地盐斑地的形成及其改良 [J]. 新疆农业科学, 1962, (8): 300 - 301.
- [6] Jhon A. 拉德维格, James F, 等. 统计生态学 [M]. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1990.
- [7] 徐春学. 生物数学 [M]. 北京: 科学出版社, 1990.
- [8] 王遵亲. 中国盐碱土 [M]. 北京: 科学出版社, 1993. 36 - 125.
- [9] 戈敢. 盐碱地改良 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1987.
- [10] 黎立群. 盐渍土基础知识 [M]. 北京: 科学出版社, 1986.
- [11] 俞仁培. 土壤碱化及其防治 [M]. 北京: 农业出版社, 1984.

The principal component analysis of salinized situation in desert land of Chaidamu basin

NIU Dong-ling¹, PENG Hong-chun¹, WANG Qi-ji¹,

GA Qie-jiang², LI Xiao-ming², YANG Hui-qing², CANG Sheng-hai², QI Ying-lin

(1. Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica, Qinghai, 810001, China;

2. Grassland Station of Haixi State, Qinghai, De Lingha, 817000, China)

Abstract: The principal component analysis (PCA) was used to study the salinized situation of desert land in Chaidamu basin. The results showed that land belongs to middle-heavy halide salinized soils. The salt content of the cultivated horizon is 0.5% ~ 4.0%. Salt runs into the surface soil intensely without basic natural leaching. The accumulated contribution rates of the first and second principal component are about 95.0%, which reflect the soil salinization and soil structure state. It is suggested that the salt contents, Cl^- and Mg^{2+} may be thought as the characteristic factors of salinized situation of the desert land.

Key words: Chaidamu basin; desert land; principal component analysis; salinized soil