

# 塔里木盆地西南缘典型灌区土壤盐渍化特征分析 ——以塔吉克阿巴提镇为例

宋鹏<sup>1,2</sup>, 乔木<sup>1</sup>, 周生斌<sup>1</sup>, 徐薇薇<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

**摘要:** 在野外 GPS 定点定位调查、土壤样品分析的基础上, 借助 Excel 和 ArcGIS 9.3 等软件, 对新疆自治区喀什市岳普湖县塔吉克阿巴提镇 0—30 cm 土层的盐离子特征、灌区土壤盐渍化现状及空间分布特征进行了分析。结果表明, 0—30 cm 土层土壤中的离子以  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  为主;  $\text{Na}^+$  与  $\text{Cl}^-$  呈极显著正相关关系, 相关系数为 0.98,  $\text{HCO}_3^-$  与其它 6 种离子 ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) 呈负相关关系; 受灌排系统影响较大的农田 0—30 cm 土壤中  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$  比值远小于不受灌排系统影响的荒地; 农田和荒地 0—30 cm 土壤中的  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$  比值与总盐呈正相关关系, 相关系数依次为 0.68 和 0.32。现阶段对塔吉克阿巴提镇灌区农业危害最严重的是氯化物—硫酸盐盐渍化土, 硫酸盐盐渍化土表现为盐渍化土地向非盐渍化土地转变的过渡类型; 非盐渍化农田及轻度盐渍化农田主要分布在开垦较早, 灌排系统畅通的区域, 灌排系统不畅通的区域仍然处于脱盐缓慢或持续积盐的状态。

**关键词:** 土壤盐渍化; 特征分析; 灌区; 塔里木盆地西南缘

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)06-0264-05

中图分类号: S156.4

## Characteristics of Soil Salinization in Southwestern Tarim Basin —A Case Study in Irrigation Area of Tajik Abat Town

SONG Peng<sup>1,2</sup>, QIAO Mu<sup>1</sup>, ZHOU Sheng-bin<sup>1</sup>, XU Wei-wei<sup>1,2</sup>

(1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi, Xinjiang 830011, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** On the basis of field survey, GPS location and soil analysis, a study was carried out with the Excel and ArcGIS 9.3 software to analyze salt ions, present situation and spatial characteristics of soil salinization at the Tajik Abat Town. The results showed that ions in 0—30 cm soil were dominated by  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , among which there was a strong positive correlation ( $r=0.98$ ) between  $\text{Na}^+$  and  $\text{Cl}^-$ , negative correlations between  $\text{HCO}_3^-$  and the other six ions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ); the ratio of  $\text{Cl}^-$  to  $\text{SO}_4^{2-}$  was much lower on cultivated land than wasteland; the ratio of  $\text{Cl}^-$  to  $\text{SO}_4^{2-}$  in 0—30 cm soil was positively correlated with total salt on both cultivated land and wasteland with correlation coefficients 0.68 and 0.32, respectively. At the present stage, chloride-sulfate salinization soil (the latter is a transitional type between salinization and non-salinization soil) is the most harmful factors for irrigated agriculture at the Tajik Abat Town. Non-salinization soil and less salinization soil are mainly distributed in the area with early cultivated land with better irrigation and drainage systems while slow leaching process or continuing salinity accumulation process still take places in the area with bad irrigation and drainage systems.

**Keywords:** soil salinization; characteristic analysis; irrigation area; Southwestern Tarim Basin

土壤盐渍化是土地荒漠化和土地退化的主要类型之一, 是干旱区可持续发展和改善环境质量的战略问题<sup>[1]</sup>。中国的干旱区面积占全国总面积的 1/3, 而

盐渍化土地在干旱区广泛分布, 土壤盐渍化问题是制约干旱区农业发展的主要障碍, 也是影响绿洲生态环境稳定的重要因素<sup>[2]</sup>。绿洲农业是干旱区人类生存

收稿日期: 2013-01-06

修回日期: 2013-03-28

资助项目: 国家科技支撑计划项目“塔里木盆地西南缘灌区盐渍化土壤改良技术集成与示范”(2009BAC54B02)

作者简介: 宋鹏(1986—), 男(汉族), 河南省辉县人, 硕士研究生, 研究方向为干旱区、半干旱区资源遥感应用。E-mail: dapengshenniao@163.com。

通信作者: 乔木(1957—), 男(汉族), 山东省梁山县人, 研究员, 硕士生导师, 主要从事干旱、半干旱区资源遥感应用方面的研究。E-mail: qiaomu@ms.xjb.ac.cn。

与发展的命脉,新疆地区是我国重要农垦地区,占新疆全区土地总面积 4.27% 的绿洲承载着全疆 95% 以上的人口,其盐碱土总面积  $8.48 \times 10^6 \text{ km}^2$ ,现有耕地中 31.1% 的面积受到盐碱危害。干旱的气候和内陆条件造就了新疆地区的土壤盐渍化问题,新疆地区盐碱土种类较多,被称为世界盐碱土的博物馆<sup>[3]</sup>。

顾雪峰等<sup>[4]</sup>对三工河流域水盐时空动态变化与流域土地利用类型之间的关系进行了分析,发现绿洲内农田、撂荒地及绿洲外围荒漠草地的地下水水质和土壤总盐存在显著差异,土壤的次生盐渍化是绿洲内土地利用变化的重要影响因子;王玉刚等<sup>[5]</sup>研究了土地利用对天山北麓土壤盐渍化的影响,弃耕与撂荒现象将导致土壤盐渍化程度增加,使区域土壤质量下降。张飞等<sup>[6]</sup>对渭干河—库车河三角洲的土壤盐渍化特征做了分析,指出了该区现阶段危害最严重的盐渍化土地类型。苏里坦等<sup>[7]</sup>对渭干河流域地下水含盐量的时空变异特征进行了分析,为该地区地下水盐分的管理及土地盐渍化的防治提供依据。还有学者<sup>[8-13]</sup>利用 3S 技术对大范围的土壤盐渍化时空特征信息进行解译分析,探索其演变规律,提出了一些盐碱地治理的建议。

塔吉克阿巴提镇是移民乡,是根据新疆维吾尔自治区民政厅新矿区字[2001]002 号文《关于建立塔什库尔干县塔吉克阿巴提镇的批复》在岳普湖县巴依阿瓦提乡范围内的国有土地上进行开发,划拨国土面积  $3\,333 \text{ hm}^2$ 。所有的农田都是在荒漠中的盐化潮土和草甸盐土开发出来的,盐渍化问题非常严重。研究该区的土壤盐渍化特征,对治理该区土壤盐渍化问题和促进该区农业和生态环境的可持续发展具有重要意义。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究区概况

塔吉克阿巴提镇位于新疆维吾尔自治区塔里木盆地西南缘,喀什市岳普湖县最东端,介于东经  $77^{\circ}14'55''$ — $77^{\circ}19'06''$ ,北纬  $38^{\circ}58'30''$ — $39^{\circ}04'20''$ ,东西宽 7.5 km,南北长 11.5 km。属叶尔羌河流域,地表水源主要来自叶尔羌河流域的苏库恰克水库。属典型的大陆性干旱气候,年平均降水量 51.7 mm,年平均蒸发量为 2 651.0 mm,为降水量的 51.3 倍<sup>[14]</sup>。该地区除极少数耕地外,其余部分基本属于沙丘雅丹地貌,在低洼地结着厚厚的盐壳,生长着稀疏的芦苇、胖姑娘、红柳等植被。干旱的气候环境和地貌特征造就了该地区严重的土壤盐渍化问题。

### 1.2 数据来源

1.2.1 样品采集 以 2011 年 Google Earth 影像为参考,根据土地利用类型、地形地貌及影像中色调相似性和差异性,于 2012 年 6 月 1—15 日,在塔吉克阿巴提镇的农田、新垦荒地、荒地及镇行政边界外围荒地取样 38 个,深度 0—30 cm;由于塔吉克阿巴提镇部分土地已开发整理成标准的农田、路、林、渠系系统,每块条田的面积约为  $6.67 \text{ hm}^2$ ,所以农田取样根据 Google Earth 影像中色彩的相似性与差异性,选取具有代表性的条田,按对角线方法取样,每个样为对角线上等距离分布 4 个点的混合样。其它土地类型每个样为采样点方圆 50 m 范围内均匀分布的 4 个样的混合样,用四分法取大约 500 g 的土样封装好带回实验室。选择通风良好的地点将土样风干,风干大概 15 d 后,将已风干的土壤磨碎,过 1.0 mm 的细筛,备用。

1.2.2 分析测试 对磨碎后的 38 个 0—30 cm 深度的土样进行溶液配制,取 50 g 风干土与 250 ml 蒸馏水混合,经过浸泡和振动使土壤盐分充分溶解后,进行土壤盐分及其组分的测定。 $\text{CO}_3^{2-}$  和  $\text{HCO}_3^-$  采用双指示剂中和法测定; $\text{Cl}^-$  采用  $\text{AgNO}_3$  滴定法测定; $\text{SO}_4^{2-}$  采用 EDTA 间接滴定法测定; $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{Mg}^{2+}$  采用 EDTA 络合滴定法测定; $\text{Na}^+$  和  $\text{K}^+$  采用差减法。总盐用 DDB-303A 型便携式电导率仪进行测定<sup>[15]</sup>。

### 1.3 研究方法

借助 Excel 软件,对 0—30 cm 土层的盐离子含量、盐离子相关性、土地利用类型与  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$  比值关系、土壤总盐与  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$  比值关系进行分析。以截取的 2011 年 Google Earth 影像作为数据源,根据采集的 38 个土样分析数据、野外调查的研究区每块条田的作物长势、保苗率、盐斑以及新疆灌区土壤盐渍化分类、分级指标<sup>[16]</sup>,判别出盐渍化土地类型、等级和非盐渍化耕地;在 ArcGIS 9.3 软件环境下进行人机交互式解译,生成塔吉克阿巴提镇土壤盐渍化属性数据和空间数据。

## 2 结果和分析

### 2.1 盐离子含量分析

由表 1 可以看出,研究区 0—30 cm 土层土壤盐分含量平均值为 2.48%,该地 0—30 cm  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$  离子毫克当量平均比值为 2.22。仅阴离子而言,0—30 cm 土层中  $\text{Cl}^-$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  的含量均远高于  $\text{HCO}_3^-$  的含量,而  $\text{CO}_3^{2-}$  的含量在实验中未检出,说明碳酸氢盐是该土壤类型盐分的次要成分。变异系数( $C_v$ )能反映随机变量的离散程度,一般认为  $C_v \leq 10\%$  为

弱变异性,  $10\% < C_v < 100\%$  为中等变异性,  $C_v \geq 100\%$  为强变异性<sup>[17]</sup>。可见  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$  和  $Cl^-$  在 0—30 cm 土层属强变异性,  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Ca^{2+}$  为中等变异性。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。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。土壤中盐分随土壤中水分的强烈蒸发而向上积聚, 同时随着灌溉的淋溶而向下迁移, 在这两个过程中, 氯化物迁移得最快, 而硫酸盐类的积聚和淋溶速度较慢。

表 1 研究区 0—30 cm 土层土壤盐离子含量统计特征参数

统计值	$Cl^- /$ ( $mg \cdot g^{-1}$ )	$SO_4^{2-} /$ ( $mg \cdot g^{-1}$ )	$HCO_3^- /$ ( $mg \cdot g^{-1}$ )	$Ca^{2+} /$ ( $mg \cdot g^{-1}$ )	$Mg^{2+} /$ ( $mg \cdot g^{-1}$ )	$K^+ /$ ( $mg \cdot g^{-1}$ )	$Na^+ /$ ( $mg \cdot g^{-1}$ )
最大值	42.35	30.53	0.16	6.28	6.85	1.61	32.3
最小值	0.03	0.35	0.02	0.16	0.03	0.01	0.06
均值	6.14	7.31	0.07	2.48	0.72	0.27	5.87
中值	1.06	6.32	0.07	2.47	0.23	0.16	1.30
标准偏差	9.66	6.12	0.03	1.18	1.31	0.32	8.86
变异系数/%	157.33	83.72	42.86	47.58	181.94	118.52	150.94

## 2.2 盐离子间相关性分析

通过对各离子之间的相关性分析, 揭示盐分在土壤中的存在形态, 可在一定程度上反映出盐分的运动趋势(表 2), 0—30 cm 土层中  $Cl^-$  与  $K^+$ ,  $SO_4^{2-}$  呈显著正相关关系, 与  $Na^+$  呈极显著正相关关系;  $SO_4^{2-}$  与

$K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$  呈显著正相关关系;  $K^+$  与  $Mg^{2+}$ 、 $Na^+$  呈显著正相关关系; 而  $HCO_3^-$  与  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$  均呈负相关关系。  $Cl^-$  与  $Na^+$  的相关系数都达到 0.98,  $Mg^{2+}$  和  $K^+$  的相关系数为 0.92, 说明  $Cl^-$  与  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  的运移过程较一致。

表 2 研究区 0—30 cm 土层盐离子相关分析矩阵

项目	$Cl^-$	$SO_4^{2-}$	$HCO_3^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$K^+$	$Na^+$
$Cl^-$	1						
$SO_4^{2-}$	0.50	1					
$HCO_3^-$	-0.52	-0.55	1				
$Ca^{2+}$	0.48	0.59	-0.59	1			
$Mg^{2+}$	0.47	0.85	-0.42	0.16	1		
$K^+$	0.73	0.83	-0.53	0.31	0.92	1	
$Na^+$	0.98	0.63	-0.55	0.47	0.62	0.84	1

## 2.3 不同土地类型 $Cl^- / SO_4^{2-}$ 比值分析

通过对  $Cl^- / SO_4^{2-}$  比值和土壤总盐关系的研究分析, 可以反映出土壤中盐分的运移规律(表 3)。38 个土样中有 25 个分布在农田, 12 个分布在荒地, 1 个分布在新垦荒地。对农田和荒地土样中  $Cl^- / SO_4^{2-}$  比值进行对比分析, 由表 3 可以看出, 受人类灌排系统影响较大的农田土壤中  $Cl^- / SO_4^{2-}$  比值远小于不受人类灌溉系统影响的荒地。不受人类灌排系统影响的荒地主要受蒸发、降水等自然因素的影响, 该研究区是干旱区, 蒸发量是降水量的 51.3 倍,  $Cl^-$  比  $SO_4^{2-}$  活跃, 富积于地表; 受人类灌溉系统影响较强烈的农田土壤中的盐分被水向下淋洗, 最后进入地下水或排碱渠, 排到其他区域,  $Cl^-$  比  $SO_4^{2-}$  活跃, 淋洗速率快, 农田表层(0—30 cm)土壤中  $Cl^-$  含量明显低于  $SO_4^{2-}$ 。

表 3 两种土地利用类型  $Cl^- / SO_4^{2-}$  比值对比

统计值	农田	荒地
土样数	25	12
最大值	4.66	15.94
最小值	0.03	0.11
均值	0.68	5.33
中值	0.21	3.01
标准偏差	1.06	5.50
变异系数/%	156	103

## 2.4 土壤总盐与 $Cl^- / SO_4^{2-}$ 比值关系分析

塔吉克阿巴提镇灌区的农田都是在盐化潮土、草甸盐土上开垦的, 开垦后受人类农田灌排系统影响强烈, 离子组成及总盐发生巨大变化。分别对 25 个 0—30 cm 农田土样和 12 个 0—30 cm 荒地土样中  $Cl^- / SO_4^{2-}$  比值与土壤总盐进行相关性分析及回归分析,

结果表明,研究区 0—30 cm 农田土壤中  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$  比值与土壤总盐呈正相关关系,相关系数为 0.68,两者之间存在二次多项式关系;荒地 0—30 cm 土壤中  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$  比值与土壤总盐呈正相关关系,相关系数为 0.32,两者之间存在幂指数关系。可见, $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$  比值是反映塔吉克阿巴提镇土壤脱盐程度的一个重要参考指标。

### 2.5 灌区农田土壤盐渍化现状

塔吉克阿巴提镇灌区农田总面积为 777.38  $\text{hm}^2$ ,

其中盐渍化土地 676.63  $\text{hm}^2$ ,占灌区农田总面积的 87.04%。灌区农田盐渍化土地由 4 种类型组成,即氯化物—硫酸盐盐渍化土、硫酸盐—氯化物盐渍化土、硫酸盐盐渍化土、氯化物盐渍化土,它们分别占到灌区农田总面积的 39.10%,32.73%,13.44% 和 1.77%。按危害程度划分的话,非盐渍化土地、轻、中、重度盐渍化土地及盐土分别占到农田总面积的非盐渍化灌区农田只占到灌区农田总面积的 12.96%,32.17%,30.57%,14.59% 和 9.71%(表 4)。

表 4 塔吉克阿巴提镇灌区农田土壤盐渍化类型等级分类结果

盐渍化类型及等级	面积/ $\text{hm}^2$	占灌区农田面积比重/%
非盐渍化土	100.75	12.96
氯化物—硫酸盐盐渍化土轻度盐渍化土	119.95	15.43
氯化物—硫酸盐盐渍化土中度盐渍化土	108.11	13.91
氯化物—硫酸盐盐渍化土重度盐渍化土	75.91	9.77
硫酸盐盐渍化土轻度盐渍化土	119.96	15.43
硫酸盐盐渍化土中度盐渍化土	116.74	15.02
硫酸盐盐渍化土重度盐渍化土	17.72	2.28
硫酸盐—氯化物盐渍化土轻度盐渍化土	10.19	1.31
硫酸盐—氯化物盐渍化土中度盐渍化土	12.79	1.65
硫酸盐—氯化物盐渍化土重度盐渍化土	6.05	0.78
硫酸盐—氯化物盐渍化土盐土	75.46	9.71
氯化物盐渍化土重度盐渍化土	13.75	1.77

分析表 4 可知,氯化物—硫酸盐盐渍化土占灌区农田面积比例最大,且中、重度盐渍化土面积的比重较大,对塔吉克阿巴提镇农业危害最大;其次是硫酸盐盐渍化土,主要以轻、中度盐渍化土存在;硫酸盐—氯化物盐渍化土占灌区农田面积比重较小,主要以盐土形式存在;氯化物盐渍化土则以重度盐渍化土存在。

### 2.6 灌区农田土壤盐渍化空间分布特征

由研究区农田土壤盐渍化类型和盐渍化等级分布特征可以得出,氯化物—硫酸盐盐渍化土主要分布在 2007 年前后开垦的居民区北边的灌区农田中,且主要以中、重度盐渍化土为主;硫酸盐盐渍化土主要分布在居民区南边 2002 年前后开垦的灌排系统畅通的灌区农田中,且主要以轻、中度盐渍化土为主;硫酸盐—氯化物盐渍化土的面积较小,主要分布在灌区农田的低洼、排水不通畅的区域,且主要以盐土形式存在,危害较为严重;氯化物盐渍化土分布在新垦荒地的附近,开垦时间较短。可以得出,该区的土壤盐渍化分布状况,主要受灌排系统完善程度、地形、耕种年限长短的影响。地势较高、灌排系统畅通、耕种时间较长的农田,土壤含盐量低, $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$  比值较小;反之,土壤含盐量较高, $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$  比值较大。

## 3 结论

(1) 塔吉克阿巴提镇是在一片荒漠中开垦出来的,该研究区农田外围荒地 0—30 cm 土层土壤离子以氯化物为主, $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$  比值远高于农田,说明荒地开垦前主要受蒸发、降水等自然条件影响,由于蒸发远大于降水,盐分向地表持续积聚,但  $\text{Cl}^-$  比  $\text{SO}_4^{2-}$  活跃,积聚较快,0—30 cm 土层土壤中  $\text{Cl}^-$  含量高于  $\text{SO}_4^{2-}$ ,如果不受人类活动影响,荒地将在气候干旱、蒸发强烈的环境下持续向地表积盐;农田是在荒地上开垦出来的,荒地开垦成农田后,土壤中的盐分受人类灌排系统影响被淋洗、迁移, $\text{Cl}^-$  淋洗、迁移速度比  $\text{SO}_4^{2-}$  快,0—30 cm 土层中残留的  $\text{SO}_4^{2-}$  含量高于  $\text{Cl}^-$  含量。

(2) 研究区 0—30 cm 土层土壤中以  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  这 4 种盐离子为主,其中  $\text{Cl}^-$  与  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  呈显著正相关关系,与  $\text{Na}^+$  呈极显著正相关关系,相关系数为 0.98;  $\text{SO}_4^{2-}$  与  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  呈显著正相关关系;  $\text{K}^+$  与  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  显著正相关关系;而  $\text{HCO}_3^-$  与  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  均呈负相关关系。

(3) 研究区 0—30 cm 土层盐离子中的  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$  和  $Cl^-$  在 0—30 cm 土层属强变异性, 因为这 4 种离子较活跃, 易受灌溉淋洗作用影响。表层(0—30 cm)土壤中的阴离子以  $Cl^-$  和  $SO_4^{2-}$  为主,  $HCO_3^-$  含量很少, 受灌溉淋洗影响的阴离子主要是  $Cl^-$  和  $SO_4^{2-}$ 。研究区 0—30 cm 农田土壤中  $Cl^-/SO_4^{2-}$  比值与土壤总盐呈正相关关系, 相关系数为 0.68, 两者之间存在二次多项式关系, 荒地 0—30 cm 土壤中  $Cl^-/SO_4^{2-}$  比值与土壤总盐呈正相关关系, 相关系数为 0.32, 两者之间存在幂指数关系;  $Cl^-/SO_4^{2-}$  比值是反映塔吉克阿巴提镇土壤脱盐程度的一个重要参考指标。

(4) 根据新疆维吾尔自治区灌区土壤盐渍化分类、分级指标<sup>[16]</sup>, 现阶段塔吉克阿巴提镇灌区农田中氯化物—硫酸盐盐渍化土面积最大, 且中、重度盐渍化土占比重较大, 对该地区农业危害最为严重, 主要分布在开垦年限较短(2007 年开垦)的区域; 其次是硫酸盐盐渍化土, 面积较大, 但是轻、中度盐渍化土为主, 主要分布在开垦年限较长(2002 年开垦)且灌排系统畅通的区域; 硫酸盐—氯化物盐渍化土面积较小, 但主要以盐土形式存在, 危害较为严重, 主要分布的地形低洼、排水不畅的区域; 氯化物盐渍化土面积最小, 危害最小, 分布在新垦荒地的边缘。表明研究区农田土壤盐渍化分布状况主要受地形、灌排系统完善程度、耕种年限长短的影响。地势较高、灌排系统畅通、耕种时间较长的农田, 土壤含盐量低,  $Cl^-/SO_4^{2-}$  比值较小; 反之, 土壤含盐量较高,  $Cl^-/SO_4^{2-}$  比值较大。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] Zhou Shiwei, Zhang Gangya, Zhang Xiaonian. Exchange reaction between selenite and hydroxyl ion of variable charge soil surfaces (I): Electrolyte species and pH effects[J]. *Pedosphere*, 2003, 13(3): 227-232.
- [2] 田长彦, 周宏飞, 刘国庆. 21 世纪新疆土壤盐渍化调控与农业持续发展研究建议[J]. *干旱区地理*, 2000, 23(2): 177-181.
- [3] 赵芸晨, 秦嘉海. 几种牧草对河西走廊盐渍化土壤改土培肥的效应研究[J]. *草业学报*, 2005, 14(6): 63-66.
- [4] 顾雪峰, 张远东, 潘晓玲, 等. 水盐动态与土地利用变化相互作用的关系[J]. *地理学报*, 2003, 58(6): 845-853.
- [5] 王玉刚, 李彦, 肖笃宁. 土地利用对天山北麓土壤盐渍化的影响[J]. *水土保持学报*, 2009, 23(5): 179-183.
- [6] 张飞, 丁建丽, 塔西浦拉提·特依拜, 等. 干旱区典型绿洲土壤盐渍化特征分析: 以渭干河—库车河三角洲为例[J]. *草业学报*, 2007, 16(4): 34-40.
- [7] 苏里坦, 宋郁东, 张展羽, 等. 新疆渭干河流域地下水含盐量的时空变异特征[J]. *地理学报*, 2003, 58(6): 845-853.
- [8] 买买提·沙吾提, 塔西甫拉提·特依拜, 丁建丽, 等. 基于遥感的渭干河—库车河三角洲绿洲土壤盐渍化监测及成因分析[J]. *地理科学*, 2011, 31(8): 976-981.
- [9] 乔木, 周生斌, 卢磊, 等. 新疆渭干河流域土壤盐渍化时空变化及成因分析[J]. *地理科学*, 2012, 31(7): 904-910.
- [10] 丁建丽, 张红, 江红南, 等. 塔里木盆地北缘绿洲土壤含盐量和电导率空间变异性研究: 以渭干河—库车河三角洲绿洲为例[J]. *干旱区地理*, 2008, 31(4): 624-632.
- [11] 乔木, 周生斌, 卢磊, 等. 近 25 a 来塔里木盆地灌区土壤盐渍化时空变化特点与改良治理对策[J]. *干旱区地理*, 2011, 34(4): 604-613.
- [12] 张源沛, 胡克林, 李保国, 等. 银川平原土壤盐分及盐渍土的空间分布格局[J]. *农业工程学报*, 2009, 25(7): 19-24.
- [13] 刘广明, 吕真真, 杨劲松, 等. 典型绿洲区土壤盐分的空间变异特征[J]. *农业工程学报*, 2012, 28(16): 100-107.
- [14] 古丽巴哈·扎依提, 迪丽努尔·阿吉. 新疆岳普湖绿洲近 39 年来气候变化特征[J]. *干旱区研究*, 2011, 28(6): 913-920.
- [15] 罗毅, 胡顺军, 王兴繁, 等. 一种电导率指标测可溶性盐分含量新方法[J]. *土壤学报*, 2012, 49(6): 1257-1261.
- [16] 乔木, 田长彦, 王新平. 新疆灌区土壤盐渍化及改良治理模式[M]. 新疆乌鲁木齐: 新疆科技出版社, 2008: 28-31.
- [17] 姚荣江, 杨劲松, 刘广明, 等. 黄河三角洲地区典型地块土壤盐分空间变异特征研究[J]. *农业工程学报*, 2006, 22(6): 61-66.