

天山中段北麓盐渍化现状与成因

熊文成, 刘运明, 李有利

(北京大学地理科学中心, 地表过程分析与模拟教育部重点实验室, 北京 100871)

摘要: 运用遥感影像目视解译和计算机自动分类的手段, 分析了中天山北麓盐渍化土的分布范围与程度, 结合地貌、水文、植被、人类活动等因素, 对盐渍化成因进行了初步讨论。

关键词: 盐渍化; 地貌; 水文; 植被; 人类活动; 天山

中图分类号: S 156.41; TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003) 03-0097-05

Situation and Origin of Soil Salinization in the North Front of the Central Tianshan Mountains

XIONG Wen-cheng, LIU Yun-ming, LI You-li

(MOE Laboratory for Earth Surface Processes and Department of Geography, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: The distribution, extension and degree of soil salinization was analyzed by eye interpretation and computer automatically classification. The relation between soil salinization and geology, geomorphology, hydrology, vegetation and human activities was discussed. In order to carry out land sustainable utilization, some countermeasures are given.

Key words: soil salinization; geomorphology; hydrology; vegetation; human activity; Tianshan Mountains

21 世纪, 中国土壤科学的主题之一是促进土壤质量的提高。盐渍化是荒漠化和土地退化的重要类型<sup>[1]</sup>。对于干旱区盐渍化现象, 有些学者从宏观角度分析盐渍化的分布状况。比如, 樊自立等人对西部干旱区盐渍化存在的类型、地带性和非地带性的分布规律、原因、危害及其治理建议<sup>[2]</sup>。也有很多学者对盐渍化形成的微观机理进行探索, 其研究方法多为有选择地进行水盐动态和化学物质迁移观测等, 为进行生物化学的盐渍化改良寻找可行的途径<sup>[3]</sup>。本论文主要是从中尺度的角度进行研究, 选中的研究区在自然区划中属于北疆中温带干旱自然区、荒漠灰棕漠土-灰漠土自然地带、天山北麓山前平原荒漠绿洲自然亚区中的乌苏-玛纳斯自然小区。在这样一个尺度范围内, 其气候、构造地形、植被、土壤、水文等自然要素具有很好的相对一致性, 影响盐渍化分布的也主要是地貌部位和水文地质等非地带性因素。在这样一个小区中探索地貌、水文与盐渍化的关系比较简单且具有代表性。

1 区域概况

研究区位于天山北麓准噶尔盆地西南缘, 新疆维吾尔自治区首府乌鲁木齐以西, 乌伊公路横贯本区。包括乌苏、奎屯、沙湾、石河子、玛纳斯等县市。中天山北麓发育了几条较大的河流, 加上中天山北坡前山带的存在, 在北麓形成了广大的冲洪积平原。这些平原就是新疆绿洲的发育地, 也成为

人类活动的主要场所。

研究区的年平均降水量 150~200 mm, 蒸发量 2 000~3 000 mm, 约为降水量的 11~15 倍, 属于典型的大陆性干旱气候。降水集中在 4~7 月, 占全年总降水量的 56%, 春天一般有春旱, 夏天有夏汛。多年平均气温 7℃, 1 月平均气温 -20.2℃, 7 月平均气温 27.6℃。主要风向为西风, 年平均风速为 0.7 m/s, 最大可达 20 m/s。最大冻结深度 1.45 m。积雪厚 20 cm。本区降水量变率 S 为 0.21, 属于降水不稳定类型。随着海拔高程的增加降水量增加。

在区域构造位置上, 研究区跨乌鲁木齐山前拗陷带、准噶尔拗陷和西准噶尔褶皱带等构造单元。天山北麓的乌鲁木齐山前拗陷带内有三排背斜及逆断层。研究区总体构造方向为北西西, 抬隆及断裂并行不悖, 与压性结构面垂直的张性结构面主要表现为断裂或裂隙带, 现代沟谷多追踪发育<sup>[4,5]</sup>。

天山隆起在温带荒漠之上, 高达 5 000~6 000 m, 山势高峻, 接受水汽也较多。高山永久积雪和冰川面积较大, 为北坡大河径流的主要水源; 中山带雨量较多, 河网发育, 云杉林生长茂密, 对径流有一定的调节作用; 低山带有黄土堆积, 造成山前平原的中下部堆积的物质较细。天山北麓新生代褶皱的前山带(三排褶皱), 对山前平原的形成有很大影响, 由于前山地阻隔, 河流带下的大量物质堆积在斜纵谷内, 这些物质大都为富水性物质, 成为含水的地下水库, 对河流起到调

<sup>1</sup> 收稿日期: 2003-04-25  
基金项目: 国家自然科学基金重大研究计划项目(90102016)资助。  
作者简介: 熊文成(1980-), 男, 硕士生, 主要从事遥感技术与应用研究。

节作用,从而山麓带有常年径流存在。切穿这些山前构造的河流在山前形成冲洪积平原。

天山北麓的山前平原主要由众多的河流带来的冰水沉积冲积物质组成。特别是前山褶皱带内的向斜部位,大部分填充着冰水带来的砾石和黄土。由于第四纪以来地面不断隆起,大河深切在砾石组成的峡谷内,形成多级阶地,在出山口形成现代洪积扇,这些洪积扇在山前联合形成洪积扇平原。洪积扇的扇顶物质粗,主要为砾石,扇缘物质组成较细,大部分为亚砂土与亚黏土的交互层。

研究区内经济较发达。根据全疆 87 个县市的经济评判值,研究区内各县市的经济状况由好到差的排序为:石河子(7)、奎屯(8)、玛纳斯(9)、沙湾(10)、乌苏(12),属于较发达区型。但是由于新疆在国内总体经济水平偏低,研究区内现代化程度并不高。区内人均国内生产总值为 6 000 ~ 7 000 元。

区内经济以畜牧业占最大比重,农业居于从属地位。这里出产的主要牲畜有牛、马羊等,是新疆自治区的肉食基地之一。绿洲农作物主要有小麦、棉花、玉米、甜菜、特色瓜果(哈密瓜、香梨、葡萄等)。

研究区人口主要集中在绿洲上,其绿洲人口密度是 261.2 人/km<sup>2</sup>。与全疆平均水平(275 人/km<sup>2</sup>)相齐。人口的增加、经济的发展对绿洲土地质量、数量提出了更多的要求,开发荒地、改善中低产田成为现其土地利用面临的首要问题。

2 盐渍化现状

为对研究区盐渍化现状进行定性和定量的分析,首先采用遥感学方法,做出了研究区土地利用类型图,再分析研究盐渍土的分布规律、盐渍化程度等方面的信息。为使解译有更好的精度,采用目视解译和计算机自动分类相结合。计算机自动分类是计算机根据遥感影像的光谱信息进行严格的分类解译,其特点是速度快,而且一定程度上精度也高,但受“同物异谱”、“异物同谱”现象的影响,有时会出现较大的误差。目视解译则是利用图像的影像特征(色调或色彩,即波谱特征)和空间特征(形状、大小、阴影、纹理、图形、位置和布局),与多种非遥感信息资料(如地形图、土壤调查报告、图件)组合,运用生物地学相关规律,进行由此及彼、由表及里、去伪存真的综合分析和逻辑推理的思维过程。其特点是能够综合分析地貌特征、水文特点等空间信息,排除“同物异谱”、“异物同谱”现象的影响,但由于是纯粹的人工作业,速度慢,工作强度大,精度受人为因素影响较大。两者相互结合,取其长、避其短,即可以做出达到研究要求的分类图。

2.1 对遥感图像进行监督分类,并做出分类成果图

监督分类是一种在对研究区地物及其光谱特性有所了解情况下使用的一种分类方法,它相对非监督分类来说要精确,也是土地分类中最常用的方法。

2.1.1 波谱合成的选择

要进行监督分类,首先要选好波段,使得能最好地反映出所研究地物。Dwivedi . R.S 在 1992 年做了监测盐渍土最佳波段组合的试验研究,单纯从信息量来衡量,TM 数据 1、3

和 5 波段组合所含信息量最大,但盐渍土信息提取的精度并不与遥感数据信息量的大小成正比关系。经大量的学者研究和实践经验表明,标准假彩色合成能够最好地反映出盐渍化和植被<sup>[6]</sup>,故盐渍土监测中常用的波段合成方式是标准假彩色合成。在研究区 TM4、3、2 合成图中,能够很容易把植被(红色)、盐渍土地(白色、青灰色)分辨、突出出来。故本次图像分析采用传统的 TM4、3、2 标准假彩色合成,利用软件 ERDAS imagine 8.4 进行分类。

2.1.2 图像分类的流程

(1) 结合已收集到的研究区地面资料(地形图、植被图、地下水类型图和文字报告),初步拟定研究区的土地利用现状分类系统。即耕地、沙地、盐碱地、草地荒漠、干河床、水域、沼泽、戈壁、城镇、和低山丘陵。

然后在合成图中,根据每类土地利用类型在影像上的变化,选择 3 ~ 4 个训练小区,这样就有效地避免“同物异谱”现象的影响。本区共选出了 25 个训练区。其中盐碱地 2 个(重盐渍化地、中盐渍化地)耕地 4 个(农作物长势好、农作物长势一般、农作物长势受盐渍化影响、农作物长势受沼泽影响),水域 4 个(深水域、中深水域、浅水域、沿岸水域),其他地物也同样根据光学上的变化分成若干类。训练小区的选择很重要,其选择的好坏很大程度地决定土地分类图的好坏。

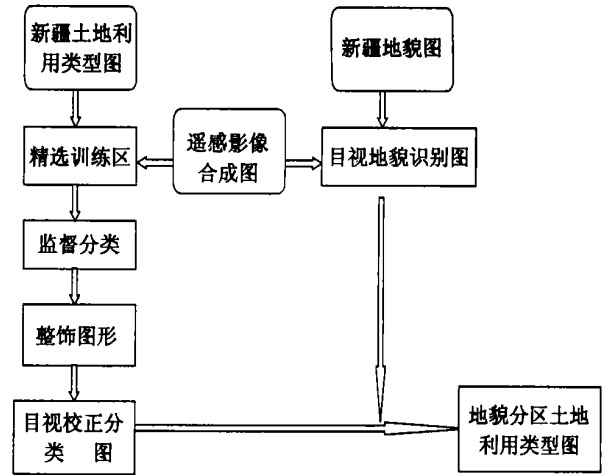


图 1 计算机图像处理流程图

(2) 结合训练区,对遥感影像进行分类。这一步是完全由电脑去做,操作者只需要选择分类计算时采用的方法。本次分类采用的是最大似然法(Maximum likelihood)。最大似然法是监督分类法中最普遍、且使用最广泛的一种分析方法,它是把判别函数作为标准去确定某一个样点(U)是属于许多已知类型(如耕地、沙地、草地、水域等)的那一种类型的方法<sup>[4]</sup>。选择以后,电脑将对影像进行运算,最后将得到一幅土地利用分类图。

(3) 整饰分类图。监督分类是完全按照光谱特性进行的分类,由于个别像元的异常(可能是机器噪音的影响),可能

会出现一些斑点。因此按照地物相对连续性原理,对分类图进行邻近分析(Neighborhood function)。选用 3×3 的卷积窗口。

(4) 根据研究需要,将图象合并分为以下几类: 农作物长势好的耕地 农作物长势差的耕地, 中度盐渍地, 重盐渍地, 水域, 其他(居民区、荒漠、砾漠等)。这样就将需要研究的地物突出出来,并且可以进行定量的计算。

(5) 目视校正。通过目视,对分类后的图像和原影像,对计算机分类错误进行人工纠正,直到达到分析标准。尤其是农作物用地和盐渍化地应该有较高精度。

### 2.2 地貌的目视解释

实际上,在以上进行土地利用类型的分类时,有很多已经是地貌类型的划分,比如戈壁、山体、沙漠等,它们均是不同的地貌,由于他们光谱特征差异比较明显,故计算机能够自动地将它们分开。但对于其他地貌类型,包括洪积扇、冲洪积平原、沼泽等,则需要通过生物学地理学知识推导才能将其分辨出来。本次研究依据《新疆地貌图》<sup>[4]</sup>,并根据生物学地理学的知识建立了以下几种地貌类型的目视解译影像特征。

(1) 洪积扇。平面形态为扇形,因土壤、水文条件皆优,农作物长势良好。地形较平整,耕地形态较规整。

(2) 沼泽。发生部位应为洪积扇和冲洪积平原接触带。因土壤富含水分,低洼处甚至有积水,故影像上颜色偏暗黑,且内部杂有白色盐渍化斑点。但现在很多沼泽区已经被开发为耕地,且耕地与洪积扇、冲洪积平原上耕地连成一体,很难将它们准确分开,比如玛纳斯河流域。此时,一般就根据洪积扇的形态和农作物长势(颜色特征、明暗特征)等将其分辨开来。

(3) 冲洪积平原。其最大的特征是有广泛碱土发育;且耕地受碱土影响明显,盐碱地夹在耕地中;耕地间有大批盐碱地存在。冲洪积平原的外围是沙漠,沙漠的边界和形态易于辨认,故洪积扇平原的外边界较好辨认。

建立地貌识别特征后,就可以开始依图画出地貌边界线,勾勒出各个地貌单元。然后和土地利用分类图结合进行分析,可以计算出不同地貌单元内,不同土地利用类型面积比。

表 1 不同地貌部位盐渍化分布情况				%
地貌部位	重盐渍化地	中盐渍化地	植被覆盖率	说 明
研究区	5	11.5	27.8	包括以下四区及沙漠、山地
洪积扇	0.6	0.4	57.2	
洪积扇末端	17.8	10.3	21.9	包括沼泽区
冲洪积平原	2.5	16.9	31.9	
河流曲流带	7.9	9.2	31.2	玛纳斯河周围

### 2.3 对遥感影像及其分类图的目视和计算分析

#### 2.3.1 盐渍地的分布规律

(1) 重盐渍地主要分布于河流洪积扇和河流冲洪积平原的接触带,以及玛纳斯河的废弃古河道周围。在冲洪积平原上有零星的重盐渍化地分布。

(2) 中盐渍化多分布于冲洪积平原上,其他部位均有零

星分布。

具体分布情况见表 1。

#### 2.3.2 盐渍化对农作物的影响

盐渍化对农作物的影响有以下几种方式(樊自立 2001):<sup>[1]</sup> 盐害:盐害首先是可溶性盐过多,直接毒害作物,轻则生产不良,降低产量,重则死苗颗粒无收。④碱害:由于土壤碱化程度高,有的则因 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 含量高,均能使土壤产生强碱化,恶化了土壤物理性质,使土粒分散度大,湿时泥泞,干时板结,龟裂、不透水、不透气,使构成土壤肥力因素的水、肥、气、热不协调,宜耕性、宜种性和生产性都很差。④瘦害:除了盐渍土本身有机质低外,土壤中盐分含量高时,可抑制作物对养分吸收,使作物产生“生理瘦害”。通过上面计算分析也可看出:盐渍化程度轻的地方,农作物长势较好,其覆盖度也高;反之,盐渍化程度重的地方,农作物长势较差,覆盖度也低。

## 3 盐渍化的成因

研究区的土壤盐渍化基本上系含盐地下水受强烈蒸发作用不断沿土壤毛细管上升到土壤表层积盐而形成的。也有其他情况下形成的盐渍化,如在扇缘溢出带,因泉眼沼泽的干湿变化形成的矿质- 积盐过程;在局部湖洼封闭地形中和山前低地,因含盐地表水汇集而形成的矿质- 积盐过程;以及某些原因导致地下水位下降,盐分上聚作用减缓,土壤向自成土过渡的荒漠- 积盐过程和草甸土初步积盐的草甸- 积盐过程等等<sup>[3]</sup>。盐渍土是一种非地带性土壤,但其形成和分布仍然与地带自然条件有密切联系。在我国随着水从东向西减少,干旱程度增加,土壤盐渍化也随之增强<sup>[2]</sup>。当然,盐渍土的形成归根结底是地质、气候、地貌、水文系统、植被状况、人类活动等要素共同作用形成的。

#### 3.1 气候是盐渍化土壤形成的驱动力

研究区处于干旱地区,其气候特点是夏季炎热,冬季严寒,降水稀少,蒸发强烈,空气干燥,温差大。这种干燥气候条件下,土壤中的淋溶作用微弱;又因地面蒸发强烈,土壤和地下水中的盐分,随着土壤毛细管的作用,不断上升至土壤表层,形成土壤盐渍化。

表 2 土壤盐渍化与气候的关系<sup>[3]</sup>

气候类型	干燥度( K )	蒸发降水比	土壤盐化状况
湿润	< 1.0	< 1	盐化或少许盐化
半湿润	1.0 ~ 1.5	5 ~ 10	部分盐化
半干旱	1.5 ~ 2.0	10 ~ 15	盐化土壤面积 < 5%
干旱	2.0 ~ 4.0	15 ~ 20	盐化土壤面积 5% ~ 20%
特干旱	> 4.0	> 20	盐化土壤面积 > 20%

#### 3.2 地貌是盐渍化土壤分布及差异的主要因素

不同的地貌部位有不同的形态、物质组成,这些因素都会影响土壤积盐状况。通过对研究区遥感影像的观察,可以很容易看到不同地貌部位的盐渍化程度是不一样的,通过参考一些资料,其与地形要素关系大致如下:

表 3 天山北麓地形条件与盐渍化关系

地貌部位	坡降 / %	地下水位 / m	矿化度/ ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	土壤盐渍化程度
洪积扇	> 10	10 ~ 50	< 1	无盐渍化现象
洪积扇末端	5 ~ 10	0.5 ~ 1	—	重盐渍化区
冲洪积平原	2 ~ 5	10 左右	5 ~ 10	中盐渍化区
河流曲流带	—	—	5 ~ 10	重盐渍化区

以下对各地貌部位的物质组成、形态特征等方面进行分析,解析盐渍化成因:

3.2.1 洪积扇

地形高,坡降大,径流条件好,地下水埋深大,水力坡降大,矿化度低。其上部为大厚度的卵砾石、沙砾石含水层;中部为磨圆度好的卵石等组成。透水性能好、水盐不易滞留,其上基本没有盐渍化现象。

3.2.2 洪积扇末端

地形由陡变缓,坡降稍缓。地下水出露,是重盐渍化地和沼泽带的主要分布地带。从剖面图中可以看出,随着地势的下降,含水层层数变多,其间夹有砾亚黏土,颗粒大小极不均匀,由于弱透水性土层的分布和阻挡,挡循环地下水在此出露,形成地下水溢出带,转为地表水;再由于干旱炎热的气候把这些溢出的地下水蒸发,留下大量盐分,积盐过程在此不断进行,形成大面积的盐渍化地。此区中,相对低洼的地方,有广泛的沼泽发育,其中有少许中盐渍化现象,这可能是因泉眼沼泽的干湿变化形成的矿质-积盐过程。

3.2.3 冲洪积平原

地势平坦开阔,坡降较小,地下径流变缓。土壤积盐大于脱盐,多数土壤有盐渍化,其农作物用地建立在中盐渍化土壤的背景中。沉积层由亚砂土和亚黏土交互组成,大多为黄土状物质,这是受天山北坡黄土沉积及其森林带以下化学风化产物影响。其地下水位一般 10 m 左右。地下水埋深属于较深,但此区广泛地分布中盐渍化土壤。此处的盐渍土,石膏含量低,趋向于强烈碱土化。这说明这儿的盐渍化可能是残余积盐,即是由于过去地下水位高,土壤中有大量盐分积聚;第四纪后期,玛纳斯深切发育嵌入曲流,并形成数级阶地,因而地下水位有较大幅度的下降;但由于气候干燥少雨,原来的聚积的盐分不能淋洗仍残留在表层和土体中,在这个慢性脱盐过程中,盐土容易向碱土转化<sup>[2]</sup>。此带中的荒地大都为可开发利用的。经过洗盐后,就可以减轻盐渍化影响,现已有许多荒地开辟为国营农场。但长期以来,由于洗盐和灌溉的不合理,致使地下水位上升,许多农田遭受次生盐渍化的干扰,甚至有许多农田因此而废弃。

3.2.4 河流(玛纳斯河)曲流带

位于冲洪积平原的边缘,是冲洪积平原与沙漠的接触地带。此带,因处于冲洪积平原上,地势平坦开阔,坡降小,河流曲流发育。在曲流附近有许多因截弯取直、河流摆动等原因形成了许多古河道。重盐渍化地主要分布在这些古河道及其周边地区。其原因可能是由于地表水向这些古河道汇聚,在河道中蒸发积盐。

3.3 水文条件是盐渍化形成的关键

水文条件是由地质地貌因素决定的。在不同的地貌部位

有不同的水文条件,这在以上论述中已有体现。不同的水文条件是各不同地貌部位具有不同盐渍化状况的内在因素。因为盐分是通过地下水、地表水传输进入区域,然后因地下水、地表水的运动与水质等造就了一个盐渍化环境。

3.3.1 水文影响盐渍化原理

一般来说,盐分是随地下水蒸发到达地面的,地下水位及矿化度是决定地下水中盐分能否转化为土壤盐分和土壤能否积盐的重要条件。随着地下水位降低,潜水蒸发量和地下水矿化度都迅速下降,因而随地下水蒸发到达地面的盐量减少。当地下水水位下降到低于临界值时,则土壤不可能继续发生盐渍化,但当地下水水位上升并超过这个临界深度时,含盐地下水因蒸发到达地表,形成盐渍化。其实,潜水蒸发量和地下水矿化度关系是很密切的,干旱区潜水埋藏较浅的情况下蒸发浓缩是导致潜水矿化度较高的主要原因。<sup>[3 7]</sup>

3.3.2 水的运动对盐渍化形成的影响

在干旱区山麓带,水循环有典型的“地表水-地下水-地表水”过程。地表水、地下水的相互转化不仅决定着地下水水位,而且决定了水排泄的方式。研究区内水循环模式比较清楚:南部山区及山前地带是地下水形成区和径流发源地,地下水在山麓带以下降泉形式排泄,成为地表沟谷径流的一部分。完成第一个“地表水-地下水-地表水”循环。沟谷径流出山进入洪积扇以后,又因其水位高于地下水,向地下水补给,同时地下水径流在河流的影响下,也向下流动,其速度与离河流的远近有关,一般随着距离河流越远流速越小,当地下水流到达扇缘处时,由于受不透水层阻挡,形成地下水溢出带。完成“地表水-地下水-地表水”第二次循环。显然,洪积扇中上部地下水比河流水位要深,且地下水流动性好,不利于盐水滞留,故鲜有盐渍化现象。而扇缘带为盐水滞留区,故形成大面积的重盐渍化现象。在冲洪积平原上,地下水由潜水和多层承压水组成,地下水补给来源包括水库渠道水的渗漏、田间灌溉水的入渗、南部地下水的流入等。近河道或排水渠的地下水向河道、排水渠排泄,而大部分潜水则通过蒸散排泄,致使此区形成大规模的盐渍化地。

3.3.3 水化学对盐渍化的影响

水化学成分决定着盐渍化的类型和性质,而其自身有特定的演变规律,这种规律也正是盐渍化分布规律的内因。

研究区南部为高山区,由于降水量大,又有大面积冰川积雪覆盖,地下水直接接受降水和冰雪融水补给,沿岩石裂隙由高处向低处流动,于深切的沟谷中以下降泉形式排泄于地表。因其补给来源比较充沛,且径流途径不长,所以地下水化学成分的形成主要靠溶滤作用,蒸发浓缩作用十分微弱,就形成研究区最好的淡水,水化学成分为  $\text{HCO}_3^- \text{Ca}$  型水或  $\text{HCO}_3^- \text{Ca}-\text{Na}$  及  $\text{HCO}_3^- \text{Ca}-\text{Mg}$  型水,矿化度小于 1 g/L。

在丘陵区,山势降低,降水量较少,蒸发量却很明显增大。这里主要接受降水补给地下水,由于受多层结构的中新生界碎屑岩地层控制,不仅地层岩性复杂,而且径流条件大部分地段不十分通畅,加之蒸发浓缩作用比较强烈,溶滤作用相对减弱,因此地下水化学成分主要为  $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4-\text{Ca}$

(Na)型水。有的地区地下水可能受白垩系和第三系含盐地层的影响,地下水水质更差,水化学类型主要是 $\text{SO}_4 \cdot \text{Cl}-\text{Na}(\text{Ca})$ 型水。矿化度 $5 \sim 10 \text{ g/L}$ 。

在细土平原上,浓缩作用进一步加强,起主导作用。同时,由于阳离子交换反应、脱硫酸作用等,使其水化学成分变为: $\text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3-\text{Ca} \cdot \text{Na}$ 、 $\text{SO}_4 \cdot \text{Cl}-\text{Na}(\text{Mg})$ 型水。其矿化度也迅速增大,大多大于 $10 \text{ g/L}$ 。

根据众多研究者对此区的观察,此区地表水和地下水的演变规律为:

(1)地表水。通过对区内的河流不同部位取样,分析结果显示,由扇顶到扇缘,地表水矿化度逐渐增加, $\text{SO}_4^{2-}$ 由 $30 \text{ mg/L}$ 增加到 $60 \text{ mg/L}$ 以上, $\text{Na}^+$ 和 $\text{K}^+$ 之和由小于 $10 \text{ mg/L}$ 增加到 $30 \text{ mg/L}$ <sup>[8]</sup>。

(2)地下水。地下水化学组成和地表水有相近的变化规律,研究区水化学成分从水源地到区域排泄带有其演变规律,表现出强烈的垂直带规律<sup>[8]</sup>:

①山前平原的演化规律为: $\text{HCO}_3-\text{Ca}$   $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4-\text{Ca}(\text{Na})$   $\text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3-\text{Ca} \cdot \text{Na}$

④细土平原以北,水化学类型演变为:

$\text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3-\text{Ca} \cdot \text{Na}$   $\text{SO}_4 \cdot \text{Cl}-\text{Na}(\text{Mg})$   $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4-\text{Na}$   $\text{Cl}-\text{Na}$

同时,不同化学成分的地下水、地表水对农作物的影响是不同的,常见可溶性盐类对农作物危害顺序是:碳酸钠( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )、碳酸氢钠( $\text{NaHCO}_3$ )、氯化镁( $\text{MgCl}_2$ )、氯化钙( $\text{CaCl}_2$ )、氯化钠( $\text{NaCl}$ )、硫酸镁( $\text{MgSO}_4$ )。从离子看又以 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 危害最大。(樊自立 2001)。实际上,这就是为什么不同类型的盐渍化对农作物的影响不同之所在。

地下水运动和化学成分组成都受到地质地貌控制,地下水演化规律必将导致不同地貌单元具有不同性质的盐渍土类型,比如,Na相地下水容易形成碱土。其危害大小、程度、方式也肯定是不同的。因没有进行实地验证考察,故无法进行深入一步的研究。

### 3.4 人为因素是盐渍化土壤形成的重要因素

水资源利用不合理,是引起灌区土壤次生盐渍化的根本原因<sup>[2]</sup>,主要表现为:

(1)渠道渗漏大,渠系利用率低;新疆的渠系利用系数为 $0.4 \sim 0.5$ 。

(2)灌溉技术落后,灌溉定额高。过去多是大水漫灌、串灌,现虽有所改进,以畦灌沟灌为主,但毛灌溉定额仍然很高。

(3)重灌轻排,灌排失调。要使土壤稳定脱盐,灌水与排盐应控制在一定比例之下,否则排出的水不能将进入的盐分完全带走,这样势必导致区内盐分积累。

(4)平原水库渗漏提高周围地下水水位。多数平原水库利用率为 $0.4 \sim 0.5$ ,除了蒸发外,大部分通过渗漏补给地下水。

(5)上排下灌,把上部灌区排出的盐分带入下部灌区。土地利用不合理也会加速盐渍化,比如,破坏天然植被、土地用养失调等都会影响绿洲内的生态系统的稳定,加速盐渍化。农业技术措施的好坏,也直接影响着土壤盐渍化的状况,在相同的土质和地下水条件下,土壤平整,精耕细作,地面覆盖好,可以减少地表蒸发和表土的盐分积累;相反,土壤不平整,耕作粗放,作物安排不当,而降低地面的覆盖度,轻盐碱地也会变成重盐碱地。

## 4 结论与问题

(1)引起盐渍化的因素有很多,包括人为、气候水文、地质地貌、土壤植被。在研究区中,地貌因素占主导,其他一些因素随地貌的变化而产生分异,这样就导致以地貌单元为基础的盐渍化分布规律。

(2)水文因素对盐渍化有很大的影响,其运动及其化学成分决定了盐渍土的类型和性质。

(3)不同类型盐渍化发育于不同部位,这主要是由于地下水化学成分的演变规律决定的。深入研究两者之间具体的关系,不仅可以指导如何有效地利用地下水,还可以为如何防止和治理盐渍化提供新途径。

(4)本次研究由于完全是在室内工作的基础上完成的,缺少野外实地考察,既影响工作的进一步深入,又导致准确性、精度上的一些不足,包括遥感解译没有实地校正等。

(5)植被和重盐渍化地的分类精度较高,因其光谱特性较其他地物区别明显;中盐渍化地的分类要差一些,一是其本身光谱特性区别于其他地物不明显,更重要的是中盐渍化更多的是反映在其土壤内部,而非地表。故用遥感监测中盐渍化地有一定局限性。

## 参考文献:

[1] 韩德林. 人工绿洲[M]. 北京:中国环境科学出版社,2001.  
[2] 樊自立,等. 中国西部地区的盐渍土及其改良利用[J]. 干旱区研究,2001,18(3): 1- 6.  
[3] 任继周,朱兴运. 河西走廊盐渍地的生物改良与优化生产模式[M]. 北京:科学出版社,1998.24- 36.  
[4] 中国科学院新疆综合考察队. 新疆地貌[M]. 北京:科学出版社,1978.30- 189.  
[5] 邓起东,冯先岳,等. 天山活动构造[M]. 北京:地震出版社,2000.32- 34.  
[6] 关元秀,刘高焕. 区域土壤盐渍化遥感监测研究综述[J]. 遥感技术与应用,2001,16(1): 40- 44.  
[7] 刘亚传,常厚春. 干旱区咸水资源利用与环境[M]. 甘肃:科学技术出版社,1992.33- 49.  
[8] 李文鹏,周宏春,周仰效,等. 中国西北典型干旱区地下水流系统[M]. 北京:地震出版社,1995.72- 104.