

中国科学院内蒙宁夏综合考察队

宁夏回族自治区 有关农业考察研究专题报告集

[内部发行]

科学出版社



中国科学院内蒙宁夏综合考察队

宁夏回族自治区 有关农业考察研究专题报告集

[内部发行]

科学出版社

1965

內 容 · 簡 介

本报告收集了下列四篇专题报告:

一、宁夏地区盐碱土利用与改良問題: 对于宁夏地区盐碱土形成的原因及其主要类型、性状和分布特点,作了全面系統的分析;同时对于宁夏引黄灌区耕地土壤次生盐碱化发生发展状况,积盐形式及其防治途径进行了重点論述,提出了宁夏地区盐碱土改良和利用的方向性措施。

二、宁夏引黄灌区稻旱布局問題: 着重分析了引黄灌区稻旱布局現状和扩种水稻的效益問題,进一步提出了灌区今后稻旱合理布局的比例与发展水稻的关键措施。

三、宁夏山旱区五县旱作农业发展問題: 在全面分析宁夏干旱山区自然条件特点和旱作农业发展現状的基础上,对于山旱区旱作农业发展的潛力与耕地輪歇制度及垦荒等問題作了重点論述,并提出了抗旱保墒,合理利用土地的重要措施。

四、宁夏裘皮羊发展問題: 首先分析了宁夏地区气候、草場条件和社会經济基础与裘皮羊形成的关系。在此基础上,划分出串字花与軟大花穗型裘皮羊的适宜发展区,并提出了裘皮羊在純化品种与提高羊羣繁殖率等方面的基本途径。

本报告集可供国家与地方农业生产领导部門及有关农业科学研究单位与农业高等院校的参考。

宁夏回族自治区 有关农业考察研究专题报告集

編著者 中国科学院內蒙宁夏綜合考察队

出版者 科 学 出 版 社
北京朝阳門内大街 117 号
北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

印刷者 中 国 科 学 院 印 刷 厂

总經售 新 华 书 店 內 部 发 行

1965 年 1 月第一次印刷
(京) 0001—1,400

书号: 3128
字数: 126,000

定价: 1.00 元

目 录

一、宁夏地区盐碱土利用与改良問題.....	1
前言.....	1
(一) 土壤积盐特点	1
(二) 盐碱土形成的原因	5
(三) 盐碱土分級标准及主要类型和特征	9
(四) 灌区土壤次生盐碱化发生与发展的状况	22
(五) 灌区土壤次生盐碱化表現的主要形式	31
(六) 盐碱土改良与利用的基本途径	38
二、宁夏引黄灌区稻旱布局問題.....	51
前言.....	51
(一) 稻旱布局的特点	52
(二) 扩种水稻的效益問題	56
(三) 稻旱輪作的主要方式	58
(四) 扩大稻田急待解决的几个問題	60
三、宁夏山区五县旱作种植业的发展問題.....	63
(一) 旱作种植业的发展条件	63
(二) 宜农土地资源合理利用問題	66
(三) 作物生产特点与发展中的重大問題	72
四、宁夏地区发展二毛裘皮羊的条件和区域.....	81
前言.....	81
(一) 宁夏发展二毛裘皮羊的条件及其評價	82
(二) 二毛裘皮羊的发展区域	91
(三) 当前存在的主要問題及应采取的措施	92
(四) 結論	94

一、宁夏地区盐碱土利用与改良問題

前 言

宁夏盐碱土主要分布于引黄灌区山前洪积—冲积平原交接洼地以及黄河低河阶地泛滥冲积平原地带,而在南部半干旱丘陵区固原、同心苦水流域和海原、盐池一带封闭小盆地内,也有少数分布。总计盐碱土面积有 414.8 万亩,在干旱的西北区*内所占比重最小,仅占百分之一.六。其中以盐碱化土壤为最多,约有 384 万亩,占盐碱土总面积的 92%,白僵土有 49.8 万亩,残余盐土 28 万亩**,其余都是草甸盐土与典型盐土、次生盐土及少数沼泽盐土。在这些盐碱土中盐碱荒地尚有 184.8 万亩,约占全区宜农荒地面积的 19%,而灌区就有 171.4 万亩,半干旱丘陵区只有 13.4 万亩,多半插花分布在耕地范围内。耕地盐碱土(包括盐碱化土壤)达 230 万亩(其中盐分较重的盐斑地只有 12 万亩),约占全区总耕地面积的四分之一,引黄灌区有 190 万亩,半干旱丘陵区苦水流域只有 40 万亩。

盐碱土的利用与改良只有在生产关系根本改变和生产力彻底解放的社会主义国家里,才看作是发展灌区农业生产的关键问题。它之所以引人高度重视,主要在于:在灌溉农业生产条件下土壤盐碱化的威胁较大、分布也较普遍,常常引起土地生产力的降低,比在正常土壤(非盐碱化土壤)上栽培作物,产量至少要减少 30—50%,有时甚至完全没有收获;其次,从盐碱土改良的任务艰巨性和复杂性来看,它所需要投入的力量也是相当庞大的。这样给国家带来的损失也就非常巨大。若以宁夏引黄灌区现有耕地内的 190 万亩盐碱土作一概略估算:按每年平均每亩减产五十斤计,就会少收粮食 9500 万斤,而灌区 1961 年粮食总产量也不过 4.7 亿斤。因此,改良与利用盐碱土是进一步发展灌区农业生产的关键,对于扩大耕地面积与不断提高作物单产具有十分重要的实际意义。

(一) 土壤积盐特点

宁夏回族自治区位居欧亚大陆中心、远距海洋,除最南部半湿润山区比较湿润以外,气候一般干燥、少雨,蒸发强烈,大于年降雨量 10 倍左右,干燥度在 2.2—3.6 之间,属于温带干旱与半干旱地区,有利于土壤积盐过程的进行。但因地形坦荡,位居黄河中游,在土壤积盐过程中具有如下突出的特点:

(1) **盐碱化普遍、积盐速度较快,但盐分较轻:** 不论是南部半干旱丘陵区苦水流域、

* 据我队现在收集到的资料,西北区盐碱土面积约 2.55 亿亩。

** 根据自治区农业厅综合勘察队调查资料。

或北部引黄灌区由于自然因素和人为生产活动的影响,土壤普遍具有盐碱化的特征。現有耕地盐碱化面积即达 230 万亩,約占全区耕地总面积的 16.3%。同时在这种大陆性气候影响下,土壤积盐速度也較快,据自治区农科所实地观测,稻田轉旱后土壤盐分逐年增长,如种稻期間系非盐碱土,含盐量只有 0.1170%,在轉旱第二年則达 0.1408%,再过二、三年,就可变成中、強盐碱化土壤;特别是灌排不善、稻旱布局不合理的情况下,更易导致耕地土壤盐碱化的发生和发展。土壤主要属于表层盐碱化类型(即按 0—20 厘米耕层全盐量加权平均計算),除少数殘余盐土系底层盐碱化(60 厘米以下)以外,基本上缺乏均质盐碱化类型(即按一米土层加权平均計算)。盐分表聚性表現十分明显,具有薄的盐結皮(厚約 0.3—1 厘米),表土(0—5 厘米)盐分含量一般有 3—10%,向下显著减少(<1%),60 厘米以下的土层内含盐量减少到千分之二以下。盐碱化程度并不太高,重盐碱土分布很少,不象新疆、柴达木、河西走廊等地区那样普遍严重,无恶性盐土和厚的結壳盐土分布,多属于中、強盐碱化土壤;也未見到在地下水位低(<2 米)、弱矿化水的情况下产生強盐碱化的土壤。原生盐碱土(即荒地盐碱土)分布面积不大,只占 38%;大部分盐碱土属于次生性質,受人为灌溉耕作影响而形成的(占 62%),且其盐分含量不高(0.4—1%),祇有少数新开垦的盐碱土含盐量較高,多在 1—2% 之間。

(2) **盐分組成比較簡單**: 在温带干旱半荒漠气候条件下,土壤随着河谷地貌类型的变化和季节的不同,常常产生“积盐过程与脫盐过程”的交替現象。盐分組成主要属于 $\text{HCO}_3\text{—Cl—SO}_4$ 或 $\text{HCO}_3\text{—SO}_4\text{—Cl}$, 不太复杂,仅在白堊土与苏打盐漬化土壤中含有較多的重碳酸鈉与碳酸鈉,很少有單純的硫酸盐盐土与氯化物盐土,或在极端干旱荒漠气候条件下所产生的硝酸盐盐土和硼盐盐土;但是苏打盐漬化与脫盐碱化現象在灌区較为普遍,土壤盐聚层的总碱度($\text{HCO}_3' + \text{CO}_3''$)往往大于 0.1%、或 1—2 毫克当量/百克土。南部半干旱丘陵区盐碱土盐分組成則以氯化鈉鎂与硫酸鈉鎂为主,这与苦水灌溉密切相关。

(3) **积盐形式不太多样**: 宁夏引黄灌区主要为开闊的低河阶地泛滥冲积平原地貌类型,盐碱土完全属于冲积性发生系列,缺乏明显的扇緣及閉流式的干三角洲等发生类型。因此,反映在土壤积盐形式上比較簡單,缺乏象大型內陆盆地那样具有同心圓式的盐分分布規律。仅仅在老阶地上具有殘余积盐形式以及山前平原地区广泛存在的洪积—冲积近代积盐类型。同时由于賀兰山属断裂褶綫山、山体不厚,缺乏第三紀含盐地层分布的前山带,也就談不到具有洪积—坡积的积盐形式产生。

(4) **外營力(风和水流)对于灌区土壤盐分的再分配具有相当大的作用**,突出地表现在沿主风地带(北风和西北风),风常常颳走疏松的表土,或者侵蝕成大小不一的砂土包,形成特殊的槽状风蝕洼地、风蝕坪和风蝕墩等地形,把含盐的細土吹向遙远的地方停积下来。此外,临时山洪、融雪水、暴雨也能帶走大量土体,而又堆积到別处,致使土壤盐分大大增加;或者在殘余盐土地区脫盐的表土层被风蝕或水蝕以后,使含盐的心土与底土裸露,加上不合理的灌溉耕作影响,重新形成“活性盐土”。这种盐分再分配的現象在引黄灌区最为常見。

(5) 灌排系统的分布对土壤积盐速度与强度具有明显的影响：一般在新修的干支灌渠两旁及老干渠的裁弯取直地段由于渠水渗漏、地下水位上升快、矿化度也最高，土壤积盐过程也进行得特别强烈，地表常有白色盐霜或盐结皮出现，有的地段出现潮湿盐土，局部洼地出现苏打盐土，盐分组成以氯化镁与硫酸镁、或重碳酸钠与碳酸钠为主，形成特殊的积盐带，即沿大干渠两侧最先出现土壤整片盐碱化地带，然后在支、斗渠渠道近旁发生，最后才在离渠道较远的渠间农田发生（大约有 300—800 米宽的地方）。在排水沟两侧（约 800—2000 米）由于地下水最易排走，地下水位降低最快、也较深，因此，这里的土壤往往朝着“脱盐方向”发展，或呈稳定状态，一般不易扩大次生盐碱化，农作物生长发育正常，大大地削弱了土壤积盐过程的强度与速度，但是愈离排水沟远的灌溉地段土壤盐碱化程度也就愈强，地下水位也不易下降。同时在排水不畅或受河水顶托倒灌影响的干支沟两侧，也因地下水停滞而上升，引起土壤积盐过程加剧进行（如河西第三排水沟及河东西干支沟北段地区）。

(6) 盐分随着灌区中小地形的变化具有明显的地球化学上的分异：由于地形的变化相应地影响到水文地质条件的改变，从而影响到土壤—底土的盐分分布，具有一定的地球化学运动规律。宁夏引黄灌区大体上可分为下列几个类型（图 1—2）：

1) 山麓洪积扇潜水补给地带：沿贺兰山东麓分布有宽窄不一的洪积扇裙，由西向东倾斜，地面坡降较大（ $2-4^{\circ}$ ），主要是粗骨质的砾石、卵石、碎石、粗砂夹有少量细土的洪积物，透水性强，地表径流散失很快，生长旱生的荒漠草原植被，以戈壁羽茅、冷蒿、红砂、猫头刺等为主。地下水埋藏很深（ >10 米），为淡水，属重碳酸钙型。土壤—底土无盐碱化威胁，土壤水分由大气降水补给、完全不受地下水的影响，易溶性盐类（如氯化物、硫酸盐）即向低地移动，在本带内仅仅进行着碳酸钙与硫酸钙、镁的聚积。

2) 山前洪积—冲积平原潜水盐分转运带：这里主要受山地洪水影响较大，下部略受黄河古冲积作用的影响。因此，沉积物组成比较复杂，既有较粗的洪积物，也有较细的层状分布的冲积物。地面比较平坦，银川西部的平吉堡至镇北堡一带最为宽阔（10—15 公里），向北至石嘴山就变得很窄（只 3—5 公里宽）。地下水位较深（ $>3-5$ 米），为弱矿化水（1—3 克/升），属碳酸钙、钠与硫酸钙、钠型。土壤—底土无明显的积盐现象，盐类组成以碳酸钙为主，进行自成土发育过程，为淡棕钙土分布地区。

3) 山前洪积—冲积平原与黄河近代冲积平原交接洼地盐分聚积地带：在贺兰山山前洪积—冲积平原边缘部分及断裂构造附近，常有槽状洼地或湖盆出现（如西大滩、雁窝池、高庙子湖、西湖等），以银北地区为最多。湖盆由于地势低洼，成为潜水溢出或汇水地区，地表常有积水，生长芦苇、三稜草、蒲草等喜湿性沼泽植物。地表水与地下水结合在一块，矿化度不太高（3—5 克/升），并非盐湖。积水湖边缘部分土壤积盐作用明显，多为盐化草甸土和草甸盐土；如果湖面缩小、或疏干后，地表蒸发加剧，土壤进行着强烈的积盐过程，形成沼泽盐土或草甸盐土，盐分组成以硫酸盐—氯化物或苏打—氯化物—硫酸盐为主，地下水埋藏深度在一米左右，矿化度增高（5—15 克/升）。

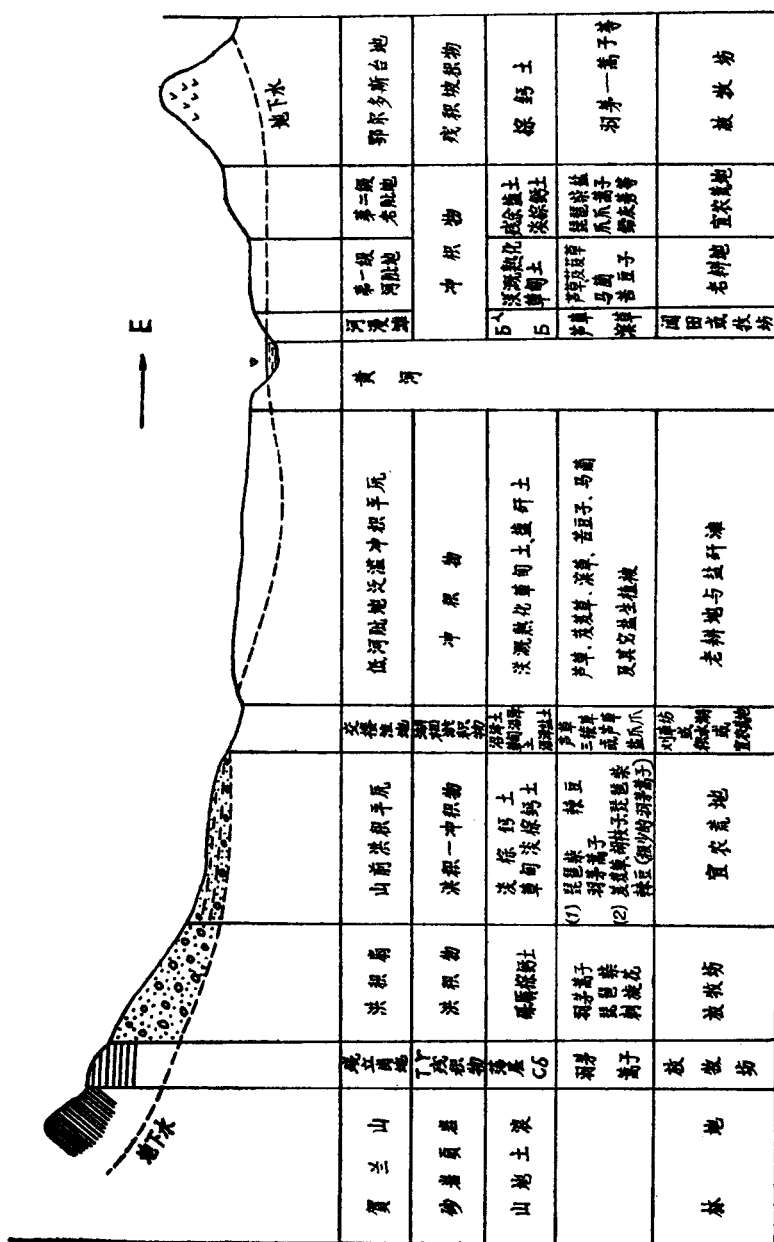


图1 宁夏引黄灌区自然地理景观示意图

在交接洼地部分,地下水位較深(>2 米)、矿化度也較小(2—4克/升),土壤一底土进行着微弱的积盐过程,土壤盐分以重碳酸盐—硫酸盐为主。在季节性的水流(雨水、融雪水)和风蚀的影响下,往往进行脱盐、碱化的过程,形成特殊的白僵土,地表龟裂、光裸,无植被。在局部形如扇緣的槽状洼地上,地下水位稍浅(2—3米),矿化度低(1—3克/升),生长有芨芨草、滨草、苦豆子等草甸植被。土壤积盐过程进行較弱,常常发育着盐化草甸土或草甸棕鈣土。

4) 黄河低河阶泛滥冲积平原脱盐与积盐交替地带: 由于黄河不断扫荡、不断沉积的作用,形成广阔的泛滥冲积平原,第四纪沉积物复盖很厚,至少在300米以上,由細砂、壤土与粘土交互成层,对土壤一底土水分物理性状具有深刻的影响。地下水和土壤一底土盐分聚积情况因地面坡降不同而有显著的差异,大致由西南向东北傾斜,愈往北,地下水位也就愈高,矿化度也愈大,除局部微域地形变化和湖滩洼地以外,土壤一底土积盐过程也是由南向北愈来愈强烈,导致灌区末端成为盐碱化最重的地区。土壤盐分組成由以硫酸盐为主,过渡到以苏打—硫酸盐—氯化物为主。同时在人为长期灌溉影响下,土壤积盐过程与脱盐过程往往交替进行,盐分变化很大,或向灌溉熟化草甸土方向发展,或者形成“次生盐土”。

5) 河东老阶地潛水下降盐分殘积地带: 在陶乐、灵武等县黄河第二、三級阶地常常由于地壳上升、河床下切作用的结果,形成侵蚀基准面降低,潛水位也随之下降(>5 米),在原先未降低以前,土壤聚积的盐分殘留在心土或底土层,仅仅地表因降雨淋洗而逐渐脱盐,朝着自成土方向发展。土壤上层以碳酸鈣为主,而在含盐的心土或底土层里則以氯化物—硫酸盐为主,底层也含有較多的碳酸盐和少量石膏,目前已不再受地下水的作用。

南部半干旱丘陵区主要属于黄土复盖地区,地势較高,起伏明显,地下水埋藏很深,多半在一、二十米以下,原生土壤一底土盐类組成以碳酸鈣为主,完全没有盐碱化的威胁。仅在苦水流域河谷地带由于引苦水灌溉的结果,才发生次生盐碱化,形成以氯化鈉、鎂与硫酸鈉、鎂为主的盐化土壤,这是一种特殊的积盐过程的反映。

(二) 盐碱土形成的原因

宁夏盐碱土的形成是和本区特殊的自然条件以及人为生产活动影响密切相关的。在北部引黄灌区和南部半干旱丘陵区由于自然地理条件不太一样,反映出不同的土壤积盐

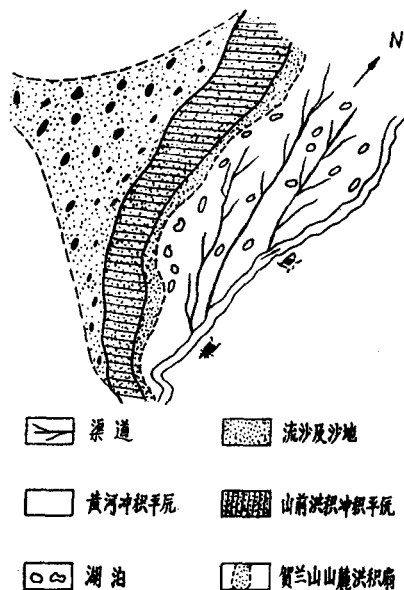


图2 宁夏平原主要地貌类型断面示意图

过程,同时盐碱化的性质与程度也有显著的差异。主要有以下几种成因:

(1) **干旱的大陆性气候是自治区盐碱土形成的外因。**宁夏引黄灌区居温带干旱半荒漠地带,远距海洋,受东南季风影响很弱,天然降雨少(年降雨量只 200 毫米左右),但蒸发强烈,比年降雨量大 10 倍以上,致使土壤中之易溶性盐类(氯化物与硫酸盐)不能被淋洗走,残留在土壤一底土里,借助于毛管上升作用,将盐分带到土壤上层(根系活动层内),形成明显的表聚性。因此,在这种干旱气候条件影响下,使灌区成为以氯化物、硫酸盐为主的盐碱土分布地区。同时,气候的季节性变化也能影响灌区土壤盐分的溶解度和浓度及其组成的变化,比如在伏秋气温高、雨水较多的季节里,最有利于硫酸钠的溶解和淋洗,而在低温少雨的冬季,就有利于苏打(NaHCO_3 与 Na_2CO_3)的积累。此外,干旱地区夏季天然降雨也含有一定的盐分,据我队 1962 年 7 月初在平罗前进公社取雨水样分析,每立升雨水含盐量约 89.8 毫克,降落到地上,也会增加土壤的盐分含量。

(2) **灌区地貌条件的变化是决定土壤盐分原生分配与再分配的空间因素。**由于中小地形的变化常常影响到各地水文与水文地质条件的改变,致使土壤盐分组成发生一定的分异,具有明显的地球化学分布规律。同时由于重力作用(坡向、坡度情况)随着水分移动,而使土壤盐分数量发生再分配现象。这是宁夏引黄灌区上、中游土壤盐分轻、且以硫酸盐为主,而灌区下游银北地区土壤盐碱较重、且以苏打—硫酸盐—氯化物为主的基本原因之一。特别是平原上湖滩、洼地土壤盐分组成与数量的分配,是以底部为圆心,呈环状分异,即从苏打—硫酸盐—氯化物到苏打—氯化物—硫酸盐顺序变化。另外,反映在微域地形的变异上也是非常显著的,田块隆起部分往往积盐强烈,而在低处呈现脱盐状态。

(3) **地下水位高是灌区土壤盐碱化的主要因素。**宁夏引黄灌区大致由西南向东北渐趋平缓、低洼,地下水位普遍较高(1—3 米),地下水流向基本上与黄河平行;特别是银北地区地面坡降很小(1/4500—1/7500),径流条件更差,地下水埋藏更浅(往往小于 1.5 米),矿化度也渐增大(3—10 克/升),加上在干渠末梢低于黄河河床 3—5 米,常受河水顶托倒灌,更易抬高地下水位,难以排泄,对于土壤盐分的积累具有相当大的作用,不仅影响到土壤盐分的数量、而且直接引起盐分组成的变化。通常在地下水位高而矿化度小(1—3 克/升)的情况下,促使土壤盐分中之苏打含量增多;相反地,如果地下水中硫酸盐与氯化物较多,也就影响到土壤同样盐类的增加。因此,地下水位愈高、矿化度愈大,土壤盐分含量也就愈高,常常成正相关(如表 1)。宁夏平原地下水除有地貌上的分异以外,还有明显的季节性变化,对于土壤盐碱化的强度与速度及其盐分组成都有很大的影响。根据自治区水电局的观测资料:灌区地下水埋藏深度 1—5 米的面积在 5 月份(灌溉前)占灌区总面积的 36.19%,至 10 月初(冬灌前)就增加到 46.79%;0.5—1.5 米埋藏深度的面积在 5 月占 50%,至 8 月半占 85.6%,10 月初下降到 68.6%。枯水期强矿化水(>10 克/升)占 40.8%,主要是重碳酸盐—氯化物型,次为硫酸盐—重碳酸盐及硫酸盐—氯化物型。

(4) **含盐母质是本区盐碱土形成的内因。**远在白垩纪以后宁夏地区母岩就已开始积盐过程,大量含盐的基岩风化物(多属白垩纪与第三纪砂岩、頁岩与灰岩等)随着水流带到

表1 土壤盐分含量与地下水的关系(自治区综合队)

土壤全盐量(%)	地 下 水	
	埋藏深度(米)	矿化度(克/升)
全剖面<0.1	>1.9	<1
表 层 0.1—0.6	1.4—1.8	1—4
下 层 0.1—0.3	0.9—1.4	1—4
表 层 0.6—0.8	1.2—1.8	5—10
下 层 0.1—0.3	0.9—1.7	10—25
<1.0		

平原上,成为土壤发育的母质;或者由于古代积盐过程的遗迹残留在底土里,而又发生新的积盐作用。宁夏平原由于黄河多次扫荡,复盖着深厚的第四纪沉积物,一般都含有不同数量的盐分,尤以碳酸盐—硫酸盐为主,随着水文网的分布不同,常使土壤中之盐分组成与数量具有一定的差异,而又形成新的盐类。此外,母质中胶泥层出现的部位与厚度对于土壤—底土盐分的聚积影响很大。南部半干旱丘陵区含盐母质的影响更为突出,常有第三纪含盐母岩出现,其疏松的风化物,易被水流带入河中,致使河水矿化度增大,往往形成苦水,灌溉后引起土壤积盐过程的进行。

(5) 在荒地盐碱土上生物对于土壤积盐过程的进行起着重要作用。我们常常看到盐碱荒滩上生长着密茂的肉质盐生植物,这些植物不仅对于盐碱具有高度的适应性,耐盐能力非常强,而且通过它们庞大的根系深入底土(>2米),能把底土的盐分带到表层,或者由于它们多汁的肉叶与小枝分泌大量盐分,凋萎以后,残落在地表,大大增加土壤的盐分含量(如表2)。根据试验观测资料,肉质盐生植物每年生长、凋落与归还的矿物质渗入土壤表层的,每亩可达二、三百斤或六百五十斤的易溶性盐类(主要是氯化物与部分硫酸盐)。

表2 盐生植物对土壤积盐作用的影响

植 物 种 类	含 盐 量 (%)		
	盐 结 皮	表 土	亚 表 土
海 蓬 子	6—23	1—9	0.5—0.7
胖 姑 娘	6—23	2—8	1—5
碱 蓬	5—25	1—8	0.5—4
	(最大33)	(最大10)	(最大8)
盐 爪 爪	6—30	2—10	1—5
红 砂	8—10	5—7	3—5
滨 草、芦 葦	4—7	0.5—2	0.3—1
芨芨草、馬蘭	1.4—2.1	0.35—2.1	0.11—0.29

同时地表附生的低等植物(如蓝绿藻、地衣)及其它微生物对于土壤积盐也有一定的作用,由于它们的生命活动产生许多二氧化碳、碳酸和土壤钠盐作用后,往往形成较多的苏打。这种生物积盐作用在白僵土与苏打盐渍化土壤分布地区最为突出。

(6) 人工灌溉对于盐碱土的形成与发展具有极其深刻的影响。水是土壤盐分迁移与累积的主要动力,而在灌区灌溉条件下土壤盐分变化更快。灌溉不仅增加土壤盐分的来源,而且促使土壤脱盐过程的进行,或者抑制盐碱的上升,具有双重作用。宁夏引黄灌区是个历史悠久的灌溉农业发达的地区,早已形成比较完整的灌溉系统,干支渠密如蛛网,分布在黄河两岸。由于长期人工灌溉的结果,常常深刻地引起灌区水文动态方面的变化。一方面使参加地表附近水循环的水量大大增加了,陆地水平衡中各部分间的比例关系发生着深刻的变化,在土壤中循环的可溶性盐类数量增多,盐分活动性也增强了;另一方面在干旱地区人工灌溉每年增加地表的水量要比从大气降水落到土壤表面的水量大一、二、十倍,但因土壤—地下水蒸发与植物蒸腾的水量也能达到极大数量,这也是灌区土壤盐分聚积的基本途径之一。在现有技术水平条件下,每个灌溉系统(干支渠)内灌溉水大量渗漏进入土壤,并补给土层以下的地下水。据估算:宁夏引黄灌区的渠道利用系数低,平均

表 3 宁夏引黄灌区河水、渠水水质分析(单位:毫克/升)

水 样	pH	全盐量	盐 分 组 成						
			HCO ₃	CO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na + K
青铜峡黄河水	8.2	426	194	0	65	73			
石嘴山黄河水	7.0	530	222	0	78	58			
唐徕渠	7.0	277.54	167.32	0	25.21	15.94	42.99	13.05	13.05
汗延渠	7.5	247	153.72	0	21.83	9.79	42.99	9.86	8.81
惠农渠	7.0	235.15	156.47	0	19.31	18.38	38.22	15.37	7.41
西干渠	7.0	267.30	163.24	0	14.27	22.03	43.01	8.11	16.65
惠民渠	7.0	317.03	179.58	0	29.39	29.38	41.56	17.97	19.14
秦 渠	7.2	439.70	206.79	0	45.33	67.34	61.50	11.48	47.31
汗 渠	7.3	361.0	263.57	0	26.24	57.64	27.66	11.43	71.76
灵武第一农场渠	7.5	242.37	161.89	0	20.98	0	42.99	9.86	6.65
灵武甜水河	9.5	4265.2	312.38	38.79	1175.4	11327.34	122.99	129.74	1158.53
灵武郭家桥苦水河	7.5	4387.8	244.85	0	1041.07	1714.07	353.85	166.48	867.24
吴忠清水河	7.0	1124.8	217.65	痕迹	226.70	343.97	83.25	50.51	202.68

表 4 宁夏半干旱丘陵区河水、水库水质分析(单位:毫克/升)

水 样	pH	全盐量	盐 分 组 成						
			HCO ₃	CO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na + K
中宁陈麻子井清水河水	6.5	2741.53	93.69	0	1019.81	793.01	524.85	183.42	126.73
同心王团庄清水河水	7.5	4370.74	90.77	0	919.24	1976.83	273.07	171.38	939.46
同心金鸡儿沟	9.1	16438.0	171.47	2.40	5160.34	4223.28	530.26	667.34	3406.30
固原韩府湾清水河水	7.4	6660.0	89.09	0	734.20	3942.93	404.53	351.06	848.97
固原冬至水(出口处)	7.5	2901.9	3293.17	18.21	333.63	1360.99	81.16	95.21	719.56
固原析死沟	7.5	10050.0	1298.51	0	3193.26	4340.62	339.08	781.64	2771.72
长山头水库	7.7—9.5	4363.06	63.46	3.3	300.92	1768.94	244.89	45.11	842.72
		8736.82	325.24	27.9	1538.25	4437.97	564.33	432.90	2174.65
张家湾水库	7.0—8.1	427.16	70.19	0	168.78	201.73	126.45	148.72	78.66
		7427.19	219.04		3468.88	2440.41	390.38	363.71	1760.42
芄麻河水庫	7.3	5150.84	1.99	0	16.78	60.05	20.29	16.88	41.75
寺口子水庫	7.5	5354.79	294.12	0	644.96	2836.17	382.76	126.74	1227.28

只有 0.3—0.45。这样,直接或間接地补給着灌区地下水,致使地下水位抬高和自然景观的改变。由于渠道渗漏和引水灌溉的結果,盐分也就随之而来。根据自治区水电局估算:宁夏引黄灌区每年自黄河引水約 45 亿立方米,一般每立方米水含盐量为 0.34—0.54 公斤,即每年带入灌区的盐分可达 150—240 万吨。以灌区河水与各干渠渠水化学分析結果(表 3—4),也可明显看出这些灌溉水含有多少不等的盐分,特别是南部半干旱丘陵区苦水流域地区河水矿化度更大(包括水庫水,高达 16 克/升),对于农田土壤盐碱化的影响相当显著,这也是半干旱丘陵区耕地盐碱土形成的最根本的因素。

(三) 盐碱土分級标准及主要类型和特征

根据土壤盐分組成与含量及其对农作物的危害程度进行盐碱土的分級,是在农业生产过程中确定适当的土壤改良与利用措施的根本前提,也是最經濟而又最有效地發揮土地生产力的重要依据。因此,在划分盐碱土类型以前,即需确定盐碱土与非盐碱土、盐土、碱土和盐碱化土壤之間的界限,亦即拟出一定的盐碱土分級标准,加以明确的区分。

宁夏引黄灌区由于土壤盐分含量一般較小,主要属于表层盐碱化类型,同时盐分組成也不太复杂,我們在考虑本灌区盐碱土的分級标准时,主要分为盐碱化土壤与盐土两大部分,而盐土本身則未象干旱荒漠地区(如新疆、甘青等省区)那样再进一步划分出輕、中、重三个等級。

另外,由于引黄灌区农业历史悠久,耕地面积較大,而未开垦的生荒地面积較少,人工灌溉影响深刻,在自然条件与人为生产活动的作用下,土壤盐碱化的性质与程度是不一样的,而且天然植被及人工栽培作物对于盐分的适应性也相差悬殊。因此,不能籠統地考虑一个标准作为耕地盐碱土与荒地盐碱土的指标,这是不符合客观实际的,需要分別对待。鉴于本灌区作物在长期乡土馴化过程中普遍对于盐分具有較高的适应性,尚需根据各种天然植物与栽培作物的耐盐能力以及荒地与耕地土壤的含盐情况,分別进行确定。

对宁夏引黄灌区盐碱土分級标准的确定,自治区农科所及农业厅綜合勘察队(簡称綜合勘队,下同)和其它农业生产单位(如潮湖农場、灵武农場等)都曾作过研究,看来,它們所采用的标准是不一致的。

自治区农科所主要根据春小麦生长发育状况而确定土壤盐碱化分級标准,但对荒地与耕地盐碱土的分級未作区别(如表 5)。

表 5 土壤盐碱化分級标准(自治区农科所)

盐 碱 化 級 別	平均全盐量(%)	含 Cl 量(%)	作 物 生 长 状 况
非 盐 碱 化	<0.25 (0.28)	<0.029	小麦生长正常
弱 盐 碱 化	0.25—0.45 (0.28—0.50)	0.029—0.096	生长受抑制、缺苗 40%
中 盐 碱 化	0.45—0.75 (0.5—0.8)	0.096—0.130	生长严重抑制、缺苗 70%
强 盐 碱 化	>0.75 (0.8)	>0.130	仅能生长耐盐作物

据自治区农业厅綜勘队野外調查經驗,在盐碱土分級标准上,不但考虑到作物生长情况,而且考虑到灌区水文地质条件特征,分別确定灌区荒地与耕地盐碱土(如表 6)。

表 6 灌区基地土壤盐碱化分級标准(綜勘队)

盐碱化 級別	土 壤 盐 分 状 况		地 下 水			
	全盐量(%)	各离子毫克当量数占总量的%	埋藏深度 (米)	矿 化 度 (克/升)	化学組成	作物生长 状况
非盐 碱化	全剖面平均 <0.1	$\text{HCO}_3(54-62) > \text{Cl}(20-50) = \text{SO}_4(25-30)$ $\text{Na}(50-60) > \text{Ca}(30-50) > \text{Mg}(15-20)$	>1.9	<1	SO_4-HCO_3	良好
輕盐 碱化	表层0.1—0.25	$\text{SO}_4(35-65) > \text{HCO}_3(20-50) > \text{Cl}(19-40)$	1.7—1.9	≤ 1	HCO_3-SO_4	一般生长 常,但地表 常出現盐霜
	表下<0.1	$\text{Na}(40-75) > \text{Ca}(15-45) > \text{Mg}(10-30)$			$\text{Cl}-\text{SO}_4$	
	表层0.1—0.3	$\text{SO}_4(40-60) > \text{Cl}(20-40) > \text{HCO}_3(15-30)$	1.4—1.8	1—4	HCO_3-SO_4	
	表下0.1—0.2	$\text{Na}(40-80) > \text{Ca}(15-40) = \text{Mg}(15-35)$			$\text{Cl}-\text{SO}_4$	
中盐 碱化	表层0.3—0.6 表下0.1—0.3	$\text{SO}_4(40-70) > \text{Cl}(15-45) > \text{HCO}_3(15-30)$ $\text{Na}(45-75) > \text{Mg}(20-30) > \text{Ca}(5-25)$	1.4—1.8	1—4	$\text{Cl}-\text{SO}_4$	显著受抑制
強盐 碱化	表层0.6—1.0	$\text{SO}_4(40-85) > \text{Cl}(10-45) > \text{HCO}_3(3-16)$	0.9—1.8	1—4	$\text{Cl}-\text{SO}_4$	作物先后死 亡仅有耐盐 植物生长
	表下0.1—0.3	$\text{Na}(50-70) > \text{Mg}(15-36) > \text{Ca}(5-20)$		5—10	SO_4-Cl	
盐土	>1.0		0.7—1.7	10—25	SO_4-Cl	作物不能生 长

該队对于耕地盐碱化分級标准主要根据盐斑所占百分数及作物出苗状况加以确定的,共分五級(表 7)。

表 7 灌区耕地土壤盐碱化分級标准(綜勘队)

盐 碱 化 級 別	0—20 厘米土层內平均全盐量(%)	作 物 生 长 状 况
0 級(非盐碱化)	<0.1	无影响
I 級(輕盐碱化)	0.1—0.3	有些影响
II 級(中盐碱化)	0.3—0.6	有明显影响
III 級(強盐碱化)	0.6—1.0	有严重影响
盐斑	>1.0	一般不能生长

我队根据在宁夏引黃灌区全面考察和在耕地与荒地分別采取土样分析的结果,同时考虑到土壤盐分組成和盐碱化类型以及作物生长状况与水文地质条件特征,分別对以 $\text{HCO}_3-\text{Cl}-\text{SO}_4$ 或 $\text{HCO}_3-\text{SO}_4-\text{Cl}$ 盐分組成为主的荒地与耕地盐碱土初步拟出下列分級标准(表 8)。

表 8 灌区土壤碱化分級标准(本队)

盐碱化级别	0—20 厘米土层内				地下水		
	平均全盐量(%)		含 Cl 量 (%)		埋藏深度(米)		植物生长状况
	耕地	荒地	耕地	荒地	耕地	荒地	
非盐碱化	<0.25	<0.5	<0.03	<0.035	>1.7	>2.5	生长正常
弱盐碱化	0.25—0.50	0.5—0.8	0.03—0.10	0.035—0.120	1.3—1.7	2.0—2.5	稍受抑制
中盐碱化	0.50—0.75	0.8—1.2	0.10—0.15	0.120—0.180	1.0—1.3	1.5—2.0	有明显抑制
强盐碱化	0.75—1.00	1.2—1.5	0.15—0.18	0.180—0.220	0.8—1.0	1.0—1.5	严重抑制
盐 土	>1.00	>1.5	>0.18	>0.220	<0.8	<1.0	一般不能生长或极差 仅耐盐植物能生长

但土壤含盐层总碱度($\text{HCO}_3 + \text{CO}_3$)达0.1%或二毫克当量/100克土者,均需冠上苏打盐渍化;其余均按0—20厘米土层加权平均计算,仅残余盐土按其盐聚层的盐分含量计算。

由于作物类型、品种、生长发育时期、生态特点以及土壤盐分组成和性质等等不同,作物对于盐碱的适应性,即抵抗能力也就有明显的差异。因此,我们可以把还能保证作物正常生长发育的土壤含盐量的最高极限,称之为作物耐盐极限。作物耐盐极限的大小就是测定作物抗盐性的主要标志,也是人们考虑盐碱土分级标准的重要因素。作物生长在不同含盐量的土壤里往往表现出多种生态特点,有的能正常生长发育、有的则受抑制、甚至强度受抑制、或者生活不了、而遭盐碱危害死亡,这种现象在作物苗期反应最为灵敏,随着植株成长发育,而对盐碱的抗性逐渐有所增强。据自治区有关试验观测资料(如表9),几种主要作物的苗期与生长期的耐盐极限值具有显著的差别。

表9 宁夏引黄灌区几种主要作物耐盐极限(全盐量%)

作物种类	耐盐范围		作物种类	耐盐范围	
	苗期	生长期		苗期	生长期
春小麦	0.21—0.58	0.25—0.65	水稻	0.62—0.84	0.62—0.84
胡麻	0.3±	0.3—0.59	高粱	0.35—0.70	0.55—0.95
大麻	0.3±	0.3—0.6	大麦	0.24—0.67	0.6—1.0
黑豆	0.3—0.6	0.36—0.72	棉花	0.31—1.50	0.4—1.0
甜菜	0.4—0.75	0.4—0.75	草木栖	0.26—1.05	0.45—1.25
糜子	0.21—0.59	0.4—0.8	苜蓿	0.36	0.5—1.35

根据宁夏引黄灌区盐碱土分布特点以及有关单位的田间试验观测结果和本队在灌区调查访问老农的经验,可以分为下列几类作物:

I. 不耐盐作物(耕层平均全盐量 $< 0.3\%$,下同)有:春小麦、大麻、枸杞、糜子、洋芋等。

II. 稍耐盐作物(0.3—0.5%)有:胡麻、谷子、蚕豆、豌豆、扁豆、玉米等。

III. 中等耐盐作物(0.5—0.75%)有:黑豆、香豆子、荞麦、甜菜、菠菜、葱等。

IV. 最耐盐作物(0.75—1.0%)有:旱稗子、水稻、棉花、高粱、大麦、黑麦、向日葵、苜蓿草木栖等。

V. 不能生长作物($> 1.0\%$),只能生长耐盐性强的野生经济植物:如芦草、罗布麻、沙枣、檉柳、芨芨草等。

宁夏引黄灌区盐碱土过去文献列为黄河流域半荒漠内陆盐渍土区,这与本区温带干旱半荒漠生物气候地带的特征是相吻合的。按照土壤受地下水影响的程度与积盐过程特点及其发生学性状,可把本区盐碱土分为以下三大类:

1. 残余盐土:有人常常把这类土壤列为盐土的一个亚类,这是不够正确的。实质上残余盐土只是古代积盐过程的残余反映,和它分布的地貌部位及水文地质条件的变化具

有密切的联系,目前基本上不受地下水的影响,已经趋向自成土的发生范畴,可以成为一个独特的土类,它虽由活性盐土演变而来,但现已停止积盐过程,形成半脱盐状态的旱盐土。它主要分布于河东陶乐县东部(程家湾东北部)第二级河阶地上及灵武县横城至石坝的老阶地上,吴忠县东南部苦水沟边缘部分也有少数分布。地势开阔平坦,稍高处与砂丘、淡棕钙土(老乡称之为白狗脑土)相连,下接冲积平原上的活性盐土、草甸土分布地区。发育于古老冲积物上,底部有砾石、卵石、粗砂层,上部复盖砂土、壤土及粘土夹层,造成底部天然排水条件良好。过去河床尚未下切时,这一带地势较为低平、地下水位也较高(1—2米),通过地表蒸发与植物蒸腾作用的影响,土壤进行强烈的积盐作用;以后随着侵蚀基准面降低、黄河下切、阶地相对上升,地下水位下降较深(>4米)、矿化度也减低(1—3克/升),脱离水文地质因素的影响,土体逐渐干燥,且盐分下移,但因天然降水量小(<200毫米),盐分淋洗不彻底,残留在剖面中下部(40—150厘米深处),形成明显的盐聚层,而使表土脱盐,这是本区残余盐土形成的主要原因。现在生长着旱生半灌木为主的草原化荒漠植被,如琵琶柴(又称红砂)、盐爪爪、猫头刺及少数戈壁羽茅、砂生羽茅、画眉草、铅灰莠等。地表附生蓝绿藻黑色干皮,有砂土包分布(高约一、二米),风蚀显著。

残余盐土的主要特征是:表土层一般厚约10—15厘米,呈浅灰棕色,碎块状结构,结持力差,含盐量很小,约0.08—0.15%,有机质含量为0.5—1%;心土呈浅棕色,干燥而坚实,有钙积层发育;底土为页状结构,含有大量透明的白色盐晶,含盐量显著增大(1—3%),具有如下盐分剖面特征(如图3),盐聚层多半出现于60—120厘米土层内。土壤通体

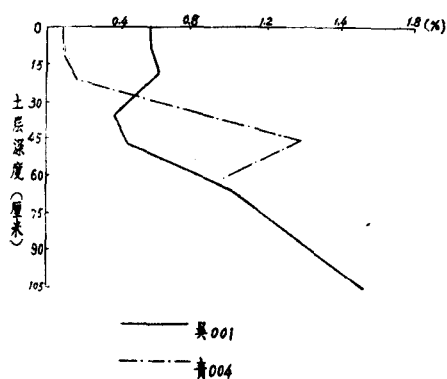


图3 残余盐土全盐量图

干燥、紧实,全剖面泡沫反应强烈,碳酸钙含量较多(8—14%),往往胶结很硬、耕性不良。根据我队和自治区农业厅综勘队在野外采集的残余盐土样本,进行了盐分分析(如表10)。此外,还有一种地表复砂10—30厘米,其下具有一层埋藏的含盐层,再下则为非盐碱化的土层,故称之为“埋藏或复砂的干盐土”(如剖面青004)。

这类土壤多为荒地,由于地势较高,引水灌溉比较困难,目前很少开垦,仅局部平坦处已被开垦作为旱地,种植糜谷等耐旱作物。开垦利用

这类土壤需要注意:1)刚开垦时需大水浇灌,使土体松软,利于翻耕,但以后只宜小水灌溉;2)结合灌溉必需采取浅沟排水(排水沟的深度<1米、间距300米)的办法,预防土壤因长期灌溉而重新返盐;3)翻耕深度不宜过深,以免把底部含盐的生土翻到表面,引起土壤根系活动层重新盐碱化,不利于农作物生长;4)多加耙耱、镇压,防止表土风蚀。

2. 活性盐土:即通常所称盐土,是在地区性的水文地质因素积极影响下而形成的,目前还在继续进行强烈的积盐作用。土壤盐分组成随着中小地形变化而有所迁移,在积水

表10 碱余盐土盐分分析资料

剖面号取样地点	取土深度全盐量		阴离子(毫克当量百分率)				阳离子(毫克当量百分率)			备注
	(厘米)	(%)	HCO ₃	CO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na + K	
吳 ₁ 吳忠草原 工作站东 南約二公 里	9—7	0.5566	0.424 0.0259	0 0	6.090 0.2162	2.552 0.1225	2.537 0.0508	0.826 0.0100	5.703 0.1312	
	7—19	0.6056	0.446 0.0272	0 0	5.108 0.1813	3.943 0.1893	1.369 0.0274	0.602 0.0073	7.526 0.1731	
	19—35	0.3648	0.702 0.0428	0 0	3.642 0.1293	1.327 0.0637	0.177 0.0035	0.083 0.0010	5.411 0.1245	
	35—48	0.4537	0.580 0.0354	0.112 0.0034	4.588 0.1629	1.876 0.0900	0.165 0.0033	0.189 0.0023	6.802 0.1564	
	55—65	0.9772	0.413 0.0252	0	7.284 0.2584	7.528 0.3613	2.927 0.0587	0.873 0.0106	11.425 0.2628	
	80—102	1.5189	0.279 0.0170	0	11.328 0.4021	12.594 0.6045	13.513 0.2708	1.971 0.0240	8.717 0.2005	
	0—2	0.1311	1.30 0.0792	0	0.12 0.0042	0.25 0.0120	0.59 0.0118	0.79 0.0096	0.62 0.0143	本剖面系 綜勘队分 析
	2—14	0.1355	0.90 0.0548	0	0.13 0.0046	0.81 0.0389	0.59 0.0118	0.29 0.0035	0.95 0.0219	
	14—26	0.1789	1.24 0.0756	0	0.35 0.0124	0.84 0.0403	0.44 0.0088	0.15 0.0018	1.74 0.0400	
	26—45	0.6869	1.13 0.0689	0.45 0.0135	2.03 0.0719	6.09 0.2928	0.24 0.0048	0.30 0.0036	10.06 0.2314	
	45—76	1.3403	1.62 0.0987	0	4.31 0.1528	13.67 0.6572	0.29 0.0058	0.45 0.0054	18.28 0.4204	
	76—106	2.0726	0.90 0.0548	0	5.18 0.1837	23.92 1.1500	0.44 0.0088	0.46 0.0055	29.12 0.6698	
	106—159	2.7709	0.90 0.0548	0.23 0.0069	6.53 0.2315	32.51 1.5658	0.59 0.0118	0.59 0.0072	38.82 0.8929	
	159—200	2.9915	0.57 0.0347	0.23 0.0069	6.90 0.2447	35.83 1.7226	0.74 0.0148	1.02 0.0124	41.54 0.9554	
青 ₀₀₄ 青銅峽广 武东站西 南約三公 里	0—10	0.0753	0.662 0.0404	0	0.177 0.0063	0.152 0.0073	0.309 0.0062	0.062 0.0008	0.620 0.0143	
	15—25	0.1538	0.838 0.0511	0.221 0.0066	1.005 0.0357	0.203 0.0097	0.086 0.0017	0.112 0.0014	2.069 0.0476	
	30—44	1.3899	0.397 0.0242	0	5.380 0.191	15.316 0.7352	6.739 0.135	1.113 0.0135	13.241 0.3045	
	44—60	0.9491	0.298 0.0182	0	3.346 0.1188	10.481 0.5031	4.278 0.0857	0.297 0.0036	9.550 0.2197	

低地以氯化鈉鎂为主,而在稍高部位則以硫酸鈉鎂为主,有些洼地土壤富含苏打(以重碳酸鈉与碳酸鈉为主,这种盐分分布規律是与土壤—地球化学的分异性相符合的。

活性盐土主要由于地下水位高(一般为1—3米,有的小于一米)、矿化度大(5—10克/升、也有超过20克/升的),在灌溉条件下,水分平衡往往借助于渠系与河水补给地下水,而又通过地面蒸发与植物蒸騰作用耗失。因此,土壤积盐强度与速度都较大。根据土壤积盐过程的阶段性及与其它成土过程的统一特点,又可进一步划分出如下几个亚类:

(1) 草甸盐土:广泛分布于黄河冲积平原浅平低地、古河床及低阶地上,这里地下水埋藏深度多半在二米左右。或由草甸土演变而来,随着地下水位抬高、矿化度加大(3—5克/升),土壤进行强烈积盐过程。天然植被以芦苇、滨草、芨芨草、海乳草等盐生草甸植物为主,混生少量甘草、白刺、盐爪爪等,复盖度50—80%。或由沼泽土因地表水干涸及地