

# 宁夏銀川地区排灌措施在防治鹽漬土中的重大意义

宁夏回族自治区水利电力局 王吉智

## 一 土壤鹽渍化乃是干旱地区限制农业生产的重要因素

土壤鹽渍化,乃是干旱及半干旱地区,限制农业生产的一个重要的自然因素。根据我們在銀川黄河冲积平原一百多个典型土壤剖面的对比分析中看出:当土壤含鹽量为0.1—0.3%,一般作物均能正常生長,受鹽分抑制的現象不太明显;但当土壤含鹽为0.3—0.6%,小麦、豆类、糜子、高粱等均显著受到鹽害;土壤含鹽为0.6—1.0%,則一般作物均先后死亡,仅部分耐鹽作物如大麦及草木樨等尚可生長;当土壤含鹽>1%时只能生長鹽生植物。因此,土壤鹽化对农业生产的危害,应予充分重視。銀川地区引黄灌溉已有两千多年的历史,但由于解放前灌溉方法不尽合理,特别是无完整的排水設施,解放后虽有很大好转,但至今土壤鹽渍化仍是这个老灌区农业生产存在的一个大问题,鹽土面积佔灌区土壤总面积的23.4%,且全已荒蕪;耕地中非鹽渍地区仅約佔10—20%,其余耕种地,均有程度不同的鹽化。

## 二 地下水是冲积平原地区土壤鹽化的主要因素

土壤鹽化的主要原因乃是高水位的矿化地下水及底土中的可溶鹽分随土壤毛管水上升,水分蒸发,鹽分乃在土壤上层积累;其他因素,多是通过地下水及土壤水而影响土壤鹽化。根据百余个典型中壤質灌溉耕种浅色草甸土的典型剖面总结,地下水的埋藏深度及矿化度与土壤鹽化有非常密切的关系(表1),当地下水埋藏深度大于190厘米,矿化度小于

1克/升时,土壤全剖面含鹽小于0.1%,系非鹽化土;耕地中地下水矿化度为1—4克/升,埋藏深度为140—180厘米时,土壤含鹽0.1—0.6%;当地下水埋藏深度較淺,为90—140厘米时,土壤鹽化加强,含鹽达0.6—0.8%;鹽土(含鹽>1%)地下水埋藏深度較淺,但矿化度特別大,为10—25克/升。銀川灌区上游,地势較高,地下水尚較流暢,据宁夏水电局水文站資料,地下水流坡降为1/2000—1/3000,埋藏較深,矿化度較小,故土壤鹽化較輕,非鹽化土壤主要在上游分布;而灌区下游地势更为低平,地下水流坡降为1/4000—1/5000,埋藏淺而矿化度高,故土壤鹽化較重,且多鹽土分布。因此,在改良利用鹽渍土时,用灌溉或冲洗措施消除土层鹽分,以及排除矿化地下水,才是防治鹽渍土的根本措施。

表1 土壤含鹽与地下水的关系

土壤含鹽 (%)	地下水	
	埋藏深度(厘米)	矿化度(克/升)
全剖面<0.1	>190	<1
表层0.1—0.6 下层0.1—0.3	140—180	1—4
表层0.6—0.8 下层0.1—0.3	90—140	1—4
表层0.8—1.0 下层0.1—0.3	120—180	5—10
>1.0	90—170	10—25

## 三、灌区鹽化土壤能否彻底脫鹽,决定于排水条件

銀川地区农民利用灌溉消除土层鹽分,积累了很多經驗。灌溉制度上有很多特点,一般旱地小麦灌水三次,收获后即泡伏水,土壤結冻前普遍灌一次冬水(表2)。这样,作物生長时期,連續用較大的定額灌水,

表2 銀川地区群众灌溉制度

灌水次数	时期	灌水量 (公方/亩)
头水	5月初	60—70
二水	5月中	50—60
三水	6月	50—60
伏水	8—9月	100—150
冬水	10月中—11月中	100—150

(宁夏水电局資料)

鹽分不易上升危害作物,收获后又以更大定額伏灌、冬灌,并配合翻晒整地,虽在夏秋炎热季节,土壤鹽分仍可因灌水下渗而下移(表3及表4),来年土壤除有足

\* 本文所用資料,除已講明來源者外,余均系前水利部北京勘测設計院土壤調查队1958年在銀川地区詳測时全队同志所收集的資料。

壤外，鹽分也不致太大。鹽分過重的土壤，農民多種水稻壓鹽。又根據鹽分輕重而分水旱輪作及常年水稻，水稻灌水大，常使土壤含鹽自百分之几減為千分之二三。但土壤是否脫鹽，則決定於排水條件。

表 3 前進洗鹽站小麥保苗試驗地灌水與土壤鹽分變化

土層 (厘米)	時期 含鹽 (%)	澆頭	灌頭	灌二	收割後
		水前	水後	水後	
0—10		1.17	0.62	0.58	0.35
10—20		0.88	0.43	0.69	0.62
20—40		1.21	0.76	0.70	0.70
40—60		1.43		0.79	0.74
60—100		1.93		1.15	1.01

(前進交坊洗鹽試驗站資料)

進一步分析定位調查的材料可以看出，在灌溉條件下土壤鹽分的運動是處在上下矛盾之中；在灌水後，隨灌水下滲，土壤鹽分自土壤上層向下運動，灌水停止後，受干旱氣候影響，土壤鹽分又隨毛管水分的蒸發自下向上運動。灌區上游永寧一帶，自然排水較好，鹽分有排除出路，土壤不再返鹽(圖1)，而下游排水條件差，地下水停滯，土壤在灌溉條件下仍再返鹽(圖1)。天長日久，若無排水設施，大部土地必將惡化，例如銀川地區解放前缺少排水系統除少數較高之處可以脫鹽外(面積約10%)，土壤及地下水中鹽分乃向低平地、湖沼地、及非灌溉地匯集(圖2)。目前銀川地區的非灌溉地除河灘及砂丘外，全為鹽土、白鹽土及沼澤土，湖水含鹽多在1—10克/升，高者可達112克/升或176克/升，呈過飽和狀態。沼澤土含鹽也多於0.8%以上。地下水停滯的鹽土地區，種植水稻對土壤脫鹽也不見顯著成效，鹽分大量停積在心土或底土中(表4)，稻株不能健

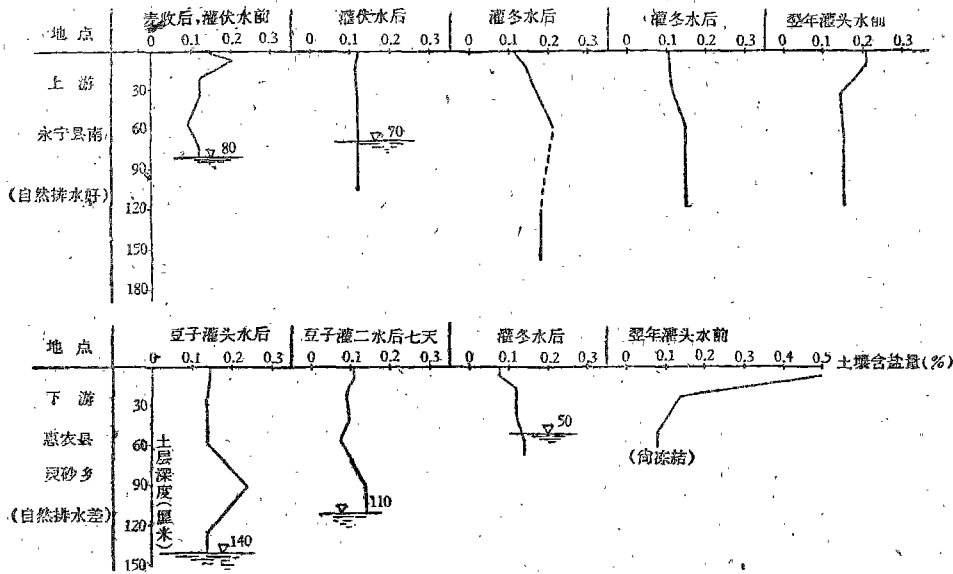


圖 1 泡伏水及冬灌與土壤鹽分變化

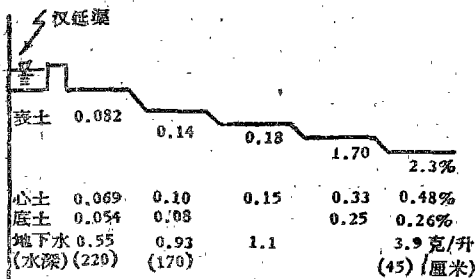


圖 2 土壤及地下水中鹽分向低地匯集  
(賀蘭立崗堡南)

旺成長；停止灌水後，鹽分仍上升地表，灌區內在排水

不良地區的耕地，擦荒後即迅速演變成鹽土(表5)。

表 4 無排水條件下種植水稻時鹽土的含鹽  
(潮湖農坊)

層次深度 (厘米)	全鹽 (%)	離子含量(毫克當量/100克土)						
		CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na+K
0—12	0.45	0.00	0.34	1.05	6.11	1.18	0.73	5.59
12—24	0.65	0.00	0.45	1.40	8.98	1.83	0.59	9.21
24—39	0.74	0.00	0.34	1.67	19.32	0.29	0.15	11.89
39—68	1.70	0.00	0.34	3.88	24.10	0.24	0.30	27.71
68—89	2.70	0.11	0.40	6.67	37.82	0.44	0.74	43.82
89—125	3.30	0.11	0.17	6.14	48.58	0.59	1.03	53.38
125—135	2.40	0.11	0.40	4.74	34.75	0.29	0.59	39.12

发展灌溉后大量灌溉水及渠道渗漏水常是地下水的主要补给来源抬高地下水位。据宁夏水电局长期观测,每年大约43%的灌溉水补给地下水,成为银川地区地下水的主要补给来源,地下水位的高峯常与灌水时期相应出现。因此,除合理的灌溉制度外,加强退水及排水措施,以避免灌水渗漏的不良影响,也是很必需的。

表5 排水不良地区耕地盐渍后演变成盐土

地点	原土壤 (据访问)	现在土壤含盐 (%)			地下水		盐渍时间 (年)
		粘皮	表土	表土下	水深 (厘米)	矿化度 (克/升)	
西湖农场	水稻沼泽土	3.4	1.2	<1			2
贺兰芦花乡	水稻沼泽土	13.6	3.7	>1.5	155	13.9	2—3
惠农尾闾	浅色草甸土	2.5	0.7	<0.5	170	2.7	5
惠农燕子坎	浅色草甸土	14	2.3	<0.3			30

#### 四、排水是否彻底, 决定于地下水位是否已在临界深度以下

银川地区的广大农民在长期生产中非常重视灌溉排水相结合的措施,“碱地(实为盐土)生效,开沟种稻”,已是广泛流传的农谚。解放后在党政领导的重视下,改革了过去大水漫灌的制度,并修建了第1、2、3、4、5及灵武东西干沟等大排水沟,每年排去盐分约合84.37万吨,涸干湖泊50余万亩,据宁夏水电局长期观测,地下水位也有逐年降低的趋势。据国营灵武农场介绍,该场建场时未开排水沟即种稻,死苗较多,直到生产的第三年(1953年)开始挖修东西排水干沟,1954—1955年普遍加深排水斗沟、农沟,并在稻田遍设毛沟,在洗碱效果上起了很大的作用,生产得以提高,如16号地开沟前水稻缺苗15.8%,大豆缺苗61.9%,开沟后水稻缺苗降为6.5%,小麦缺苗仅2.6%。巴浪湖农场、莲湖农场及西湖农场,也都是挖修排水干沟后建立起来的国营农场。

解放后排水灌溉措施在盐渍土防治中的成绩是十分显著的。但是,目前银川地区仍有大面积盐渍土分布,部分湖沼涸干后,沼泽化过程虽已停止,但又向盐土方向发展。其中存在的问题可能很多,但主要还是由于排水不够彻底,灌区内排水沟在排除地面水方面的作用较大,排除地下水尚不够,例如在下游通过的第三排水干沟,不能宣洩下游地区湖沼、筒泉等农场的地下水,汛期黄河河水尚倒灌13公里。

彻底解决排水问题所需解决的技术措施甚多,但首先要明确:究竟应将地下水排除到什么程度,以致作物不受盐分危害,获得丰收。换言之,必需明确地下水

的临界深度。以下将对地下水临界深度的认识及探求方法作一些讨论。

#### 五、地下水临界深度的探讨

土壤地下水临界深度的涵义,应是不使土壤盐化,不使作物受到盐害的最浅的地下水埋藏深度。这种深度受到很多因素的影响,如气候、地下水矿化度、土壤类型及土壤质地等等自然因素,也受到灌溉、耕作等人为活动因素的影响。后者更应予以特别重视。例如在灌溉条件下,仅在灌水间隙,盐分才有上升的可能,土壤盐分运动的特点就与非灌溉土地不同。因此,可以说:灌区土壤地下水临界深度就是在一定灌溉耕作制度下在灌水间隙时不使土壤盐化,不使作物受到盐害的最浅的地下水埋藏深度,当然也不能因而引起邻地相同条件的土壤盐化。过去,认为地下水临界深度等于强烈毛管水上升高度加作物根系活动层的深度,这种公式是不全面的,所得的数值比实际情况偏大,因为无论是按含水率的垂直分配法、土壤坑壁法、或人为地下水方法测定毛管水上升高度时,实际都在深地下水的情况下进行,这时,毛管水主要在底土中运行,受到人为活动的干涉很少,换言之,是很少受到耕作灌溉影响自由上升的毛管水,按照这种公式所得的临界深度,忽视了人们生产活动的积极意义,就会比实际情况偏大。例如,中壤质熟化浅色草甸土毛管水强烈上升高度实测为217厘米,若根系活动层为60厘米,按旧公式计算,其地下水临界深度应为277厘米,若根系活动层按100厘米计,则临界深度应为317厘米。但实际情况是:全部剖面含盐0.05—0.07的草甸灌溉熟土,地下水仅深于250厘米;而当地下水埋藏深度大于190厘米时,土壤剖面含盐仍小于<0.1%,作物生长良好。

在1958年的工作中,我们用了一些其他的方法来探讨地下水的临界深度。现在,着重谈一下银川地区灌溉耕作条件下中壤质浅色草甸土的地下水临界深度(地下水矿化度为1—4克/升)。

首先,应确定使作物不受盐害的土壤含盐量是多少?根据我们以典型剖面比较总结,当土壤含盐大于0.3%时,一般作物生长受到显著抑制。0.1—0.3%生长正常,这与其他有关单位的结论大体相符。但是当土壤含盐范围在0.1—0.3%,作物的产量仍有差别,根据我们在平罗附近的典型调查,土壤及施肥等条件大体相当的中壤质浅色草甸土,含盐0.1—0.2时,小麦千粒重为36.6—40.9克,含盐0.3时,则为24.7克(表6);灌区南部丰产土壤,含盐量均小于0.1%,因此,土壤含盐0.1—0.3%,作物所受盐害常不易觉察。为作物生长良好,实现高产、多收、少种,土壤含盐

应在0.1%或小于0.1%。为了作物正常生长,则含盐小于0.3%亦可。因而临界深度也可以分别讨论。我们探讨的具体方法有:

表6 土壤含盐与小麦产量

土壤含盐(%)	碧玉麦干粒重(克)
0.1—0.2	40.8770
0.18	38.0395
0.18	36.646
0.27	24.7435
0.30	24.6555

1. 在灌水间隙普遍采集典型土壤剖面,观察作物生长状况,记载土壤及地下水性态,并进行化验分析,然后总结归纳出土壤含盐与地下水的关系(表1)。根据表1,作物生长良好,土壤含盐小于0.1%的地下水临界深度应为180厘米。作物生长正常,土壤含盐小于0.3%的地下水临界深度应在140—180厘米。

2. 当地下水矿化度1—4克/升时,以土壤含盐为纵座标,地下水埋藏深度为横座标,作出两者的关系曲

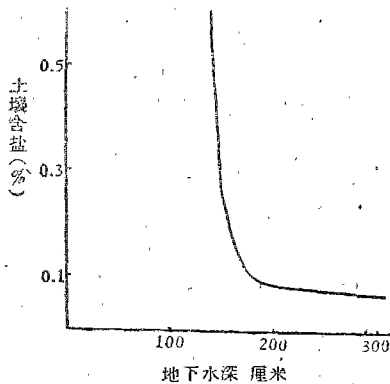


图3 地下水深与土壤含盐关系

## 对“土制硫酸铵”的意见

陈 述

用人尿和石膏为原料来制造硫酸铵,这一方法不宜推广。这是因为尿本身就是一种好肥料,含氮高,肥效快,应用方便,又何必浪费人力、物力去加工制成硫酸铵呢?因此这一方法没有应用价值,只有理论意义。

\* \* \*

(本刊第6期由于选稿时失慎,曾介绍了“土制硫酸铵”一法;陈述同志提出的意见是正确的,今后我们在这方面当多加注意——编者)。

线(图3),根据曲线,土壤含盐小于0.1%的地下水临界深度应为180厘米,而土壤含盐小于0.3%的地下水临界深度应为150厘米。

3. 我们曾于1958年对灌区伏灌冬灌对土壤盐分的影响进行了定位调查。根据定位资料,灌水停止后,若地下水深度在150厘米左右,盐分上升不超过0.3%,若地下水深度在200厘米左右,盐分上升在0.1%左右。因此土壤含盐在0.1%及0.3%的临界水位分别为200厘米及150厘米左右。

4. 灌区水旱轮作地改为常年旱作地时,由于土壤及地下水状况不同,种植旱作小麦等常有不同反映,我们借此总结临界深度,土壤含盐<0.1%作物生长良好的地下水临界深度与土壤含盐0.3%作物生长正常的地下水临界深度分别在180—245厘米及130—180厘米。

表7 土壤地下水临界深度(厘米)

方 法	土壤含盐<0.1%	土壤含盐<0.3%
根据大量典型剖面总结归纳	180	140—180
作土壤含盐与地下水深关系曲线	180	150
用定位调查资料	200	150
总结水田改旱地后的情况	180—245	130—180

综合上述四种方法(表7),我们认为:在银川地区,灌溉耕作的中壤质浅色草甸土,为使作物生长良好,土壤含盐为0.1%或0.1%以下的地下水临界深度应为180厘米。为使作物正常生长,土壤含盐小于0.3%的地下水临界深度应为150厘米。其结果均远比用旧公式毛管强烈上升高度加根系活动层深度所求得的数值为小。

(上接第32页)不能借肥料的分解过程来缓和土壤中盐分对作物的危害。根据试验结果,如在小麦盐碱地上年秋翻时施入腐肥6车,再于春播前施入腐肥8车,每亩共施14车。与春播前一次施入14车作比较,前者较后者增产9.7%,每亩增产小麦42斤。分次施肥能达到不断供给养分外,并借此缓和盐分对作物的毒害作用,保证作物正常生长。

11. 水旱轮栽改良盐渍土:种稻改良盐渍土以后,土壤盐分是逐渐减少了,但因受大量水分的淋洗,养分被淋洗掉,结构被破坏,地下水位升高,所以种过几年水稻后就应改为旱作。但是栽种旱作太久,则地太干,杂草病虫很多,产量又减低,所以连种一二年旱作后,需要换种水稻。

水旱轮作不宜同一区进行,应分区进行,区与区之间应设深排水沟,避免旱返盐。