

# 黄河下游发展灌溉必须防治土壤盐渍化

方 生

(河北省水利厅勘测设计院)

## 一. 土壤次生盐渍化是灌溉农业的巨大威胁

黄河下游华北平原地区,地势平坦,土地辽阔,农民几千年来积累了丰富的耕作经验,农业生产有巨大潜力,是我国农业生产的重要基地。但过去由于洪水为患,春旱秋涝,限制了农业生产的发展,以致生产水平不高。解放以来,党和国家为了改变这种状况,领导人民群众开展了轰轰烈烈的兴修水利运动,并由国家兴办了不少大中型水利工程,已大大减轻了水旱灾害的威胁。随着黄河三门峡水利,水力枢纽工程和根治海河开发漳河等工程的实现,以及洼地改造的成功,黄河下游地区的洪水泛滥灾害,将逐步消除。同时,大量可供灌溉的水利资源,将为克服旱灾,大规模发展灌溉,提供更为有利的条件。

“水利”是农业“八字宪法”的重要一条。发展灌溉,是克服旱灾、发挥肥效、提高土壤肥力、保证作物丰收的关键措施。灌溉的效益,早已为农业增产的确凿事实所证明。在其他措施相同的条件下,灌溉比不灌溉的作物能够增产百分之五十到一倍,甚至更多。近几年来,黄河下游地区,利用引黄及当地河流洼淀蓄水,灌溉面积已有很大发展,因此,1958年及1959年虽然遭受到严重的干旱威胁,但在农业生产上仍然实现了大跃进。然而,由于水利建设的发展极为迅速,有些工作还跟不上去,在取得巨大灌溉效益的同时,也发生了一些新问题。其中有些灌区由于灌溉不当,土壤发生了次生盐渍化,不仅灌溉效益不能充分发挥,反而危害了作物的生长发育,减低了产量,这是一个比较突出的问题。这不仅是目前一些灌区应当解决的问题,而且也是今后更大规模发展灌溉所必须注意的问题。

从目前一些不完全的材料看来,黄河下游华北平原地区,在不少灌区,都发生了程度不同的土壤次生盐渍化。其发展比较普遍,而且速度快,在个别地区已经相当严重。山东省1948年灌溉面积仅330万亩,1958年扩大到9,000多万亩,而次生盐渍化的土壤已有100万亩,尚在继续蔓延。河南新乡专区现有灌溉面积1700万亩,土壤盐渍化面积已发展至300万亩,另有700万亩亦有微度盐渍化的迹象。河北省灌区土壤次生盐渍化面积,也在扩大。固安金门渠和滄县水月寺灌区,都曾因灌溉以后,次生盐渍化严重,而于1953年停止灌溉。近年来在天津地区土壤次生盐渍化的发展,也相当严重。

从1959年6月天津任丘县的调查材料可以看出,在某些地区问题还是比较严重的。任丘县在1957年开始引白洋淀、子牙河水进行灌溉,近二、三年即扩大灌溉面积150万亩。但灌溉后土壤盐渍化面积逐年增加。保苗四、五成以下的盐渍地及盐荒地,1955年全县共60万亩,而到1959年春季则发展到102万亩,比1955年扩大了近一倍。另外,还有一般农田盐分加重形成花斑状的盐渍化土壤达85万亩。全县总计显著影响农业生产的盐渍化土壤近190万亩,占全县总面积的55%。

土壤盐渍化对作物的危害是严重的(表1)。一般在春季及夏初(雨季之前)蒸发最强,土壤盐渍化发展猛烈。但这时正是作物生长的重要季节。包括小麦返青以后直到收获的全部过程,棉花、玉米、高粱、谷子等夏季作物的播种出苗以及水稻的育秧插秧。因此土壤盐渍化既影响麦收,又影响秋收,造成两季作物减产,是农业生产的致命伤。

表1 土壤含盐对作物的危害 (黄河以北华北平原)

作物	生长正常	显著受抑制并有缺苗	不能生长	备注
棉花	<0.3	0.3—0.6	>0.6	1.左列系土壤含盐量(%)。 2.土壤盐分组成成为氯化物硫酸盐及硫酸盐氯化物。
高粱	<0.15	0.15—0.50	>0.5	
小麦	<0.13	0.13—0.25	>0.25	
谷子	<0.13	0.13—0.25	—	

任丘县新鎮乡苏桥管区过去都是好地,小麦亩产200多斤,在赵王新渠及牛角洼干渠修建后没有解决排水出路,去年种小麦5300亩,到今春即死苗将近70%,其余1,000多亩地也都缺苗断垄,生长不良。今春大田作物1,600亩,有300亩未出苗,有500亩缺苗3—4成。育稻秧子1,035亩,有180亩秧苗死亡,500亩因盐害秧苗发黄,40天未見生长。土壤的盐渍化加重,严重的影响农业生产和人民生活。据任丘县统计,今年因盐害死亡小麦56,000余亩,按亩产100斤计算,即歉收560余万斤。死亡春苗约95,000亩,按亩产200斤计算,即歉收约1,900万斤。

由于土壤次生盐渍化发展速度快,危害严重,一般群众对防治土壤盐渍化的要求非常迫切。但也有些群众或干部产生悲观情绪,对土壤盐渍化作斗争,争取丰收没有信心。有人埋怨渠道挖坏了,甚至提出不要灌溉,平渠种旱;也有人采取观望态度等等。这说明在羣

众中产生了一些混乱思想,也影响了羣众的生产积极性。因此,必须正确认识这一问题,而且应当很好的加以解决,因为这是关系农业生产及人民生活的大事。

## 二. 土壤次生盐渍化是由于灌溉不当

### 促使地下水位超过了临界深度

为什么灌溉竟会招致土壤盐渍化呢?这首先就应弄清土壤盐渍化的原因。黄河下游属半干旱性气候,蒸发大于降雨3—4倍,在这种气候条件下,造成土壤盐渍化的主要因素,是地下水条件。即当地下水埋藏较浅、矿化度较高时,由于强烈蒸发的影响,地下水及底土中的可溶盐极易随土壤毛细管水上升,水分蒸发,盐分在地表及土体中累积起来,形成盐渍化土壤。因此地下水的埋藏深度和矿化度与土壤盐渍化有密切关系(表2)。而在其他条件相同的情况下,地下水埋藏的深浅,又成为影响土壤盐渍化的一个重要指标。地下

表2 土壤盐渍化与地下水的关系 (河北平原)

土壤盐渍程度	非盐渍土	轻盐渍土	中盐渍土	强盐渍土	盐 土
土壤含盐量(%)	<0.1	0.1—0.2	0.2—0.4	0.4—0.6	>0.6
地下水埋藏深度(米)	>2.1	1.2—2.1	0.7—0.2	0.5—1.5	0.3—1.5
地下水矿化度(克/升)	<1	1—3	2—5	3—8	>4

水临界深度就是指不致引起土壤盐渍化、作物不受盐分抑制的最浅的地下水埋藏深度。如果地下水位在临界深度以上,土壤就会发生盐渍化。

黄河下游地区,地势低平,地下水埋藏深度一般为1.5—2.5米,矿化度一般为1—2和2—5克/升,本来就分布有各种不同程度的盐渍土。而在灌区当中,如果措施不当,促使地下水位超过了临界深度,土壤次生盐渍化就必然发生。造成地下水条件恶化,导致土壤次生盐渍化的原因,大致有以下几点:

1. 地下径流不畅,只灌不排,是土壤次生盐渍化的基本原因。目前发生次生盐渍化的灌区,一般地下径流不畅,而且没有建立排水系统,或排水措施不健全,作用不大。如任丘县北为大河,西为白洋淀,东靠子牙河,三面环水,而地面高程经常低于河流及洼淀水面1—2米,南部河间县地势又高,因此境内成为天然的水盐汇集区。大规模发展灌溉后,大大的增加了水盐数量,根据分析,灌溉水中含盐在0.2—0.6克/升,据估算每年摺入灌区的盐分至少为50万吨。又因无任何排水措施,汇集水流,没有去路,地下水位壅高,超过了临界深度,造成盐分累积有利条件,水分蒸发,盐分则留在地里。这样日积月累,盐渍愈来愈重。

2. 大水漫灌及不合理改种水稻,加速了地下水位抬高。由于近年灌区的发展很快,不少灌区只修建了

主要干支渠,尚没有一套完整的灌排系统,特别是田间渠系很少或没有闸、涵工程控制。水引来后,群众要水迫切,就在干支渠扒开口子漫灌,灌水深度一般在30厘米,甚至达60厘米。1956年河北文安县在赵王新渠扒开口子漫灌水齐人腰。大水漫灌引起了地下水位的急剧升高,一次漫灌常常就使地下水普遍抬高50厘米,甚至1米以上,超过了临界深度,促使或加重了土壤盐渍化(表3)。

种植水稻本是改良利用盐渍洼地的有效措施,但如果事先进行全面的水利土壤改良及作物种植规划,没有因地制宜,不适当的过多的改种水稻,也会造成灌区地下水很快壅高,并造成周围旱地盐渍化加重,特别在改种水稻后又还种旱作,更易引起盐渍化。任丘1958年改种水稻120万亩,1959年水稻面积有很大压缩,实际只有31万亩,造成改种水稻又还种旱作地区大面积返盐,而水旱插花种植水旱田交界处又无截水设施,也进一步扩大了盐渍化范围。

3. 渠系渗漏,抬高了附近地下水位,形成渠道两侧盐渍化。在开发灌区中,修建了大量渠道,由于不少渠道规格不合标准,在渠道输水过程中发生了大量渗漏,致使渠道两侧地下水位急剧的升高,并形成了带状盐渍区。特别是新修渠道,未受淤积,渗漏更大。渠道渗漏影响范围,由于渠道大小、过水时间长短、地形部

表 3 大水漫灌对地下水位的抬高

灌 区	灌水时间	灌水深度(米)	原地下水深(米)	灌后地下水深(米)	抬高(米)
河北霸县永清	1958年9月,10月	0.20—0.30	2.5	2.0*	0.5
河北任丘县鄆州	1957年10月 1958年4月	} 0.3以上	2.0	0.7	1.3
河北任丘县牛角洼	1957年10月		0.30	2.0	0.60

\* 1959年6月上旬观测地下水位。

位等不同亦有所不同。据霸县、任丘等地观察,一般斗渠在20—80米,支渠在60—120米,干渠在100—300米,甚至400—500米。在这范围内,地下水位愈近渠

道愈高,盐渍化也愈重,渠道积水愈深,时间愈长,影响范围也愈大(表4)。由于灌区渠道纵横,水网交织,其影响范围有时相连成片。任丘干支渠长度达3,200公

表 4 渠道渗漏对两侧土壤盐渍化的影响

渠道种类		干渠(白馬新河)			支渠(陵城南二支渠)		斗渠(陵城南稻田旁渠道)	
距离渠道(米)		15	45	90	20	90	50	80
土壤含盐 (%)	0—10 厘米	1.76	0.71	0.09	1.12	0.57	0.99	0.25
	0—100厘米	0.42	0.23	0.12	0.36	0.26	0.34	0.15
地下水深(米)		0.8	0.9	1.0	0.65	0.70	0.50	0.80
地下水矿化度(克/升)		—	—	—	2.0	6.97	3.80	8.61

里,經調查統計,渠道兩側土壤鹽漬化面積達60萬畝,這也是一個很可觀的數字。

4. 耕作粗放,土地不平整,造成了盐分累积的便利条件。在灌区当中如果一部分土地失耕失种或撩荒,土壤盐渍化程度往往加重或扩大。这是由于失耕失种或撩荒,使地面板结结实,土壤结构性差,地面失掉复盖,增强了土壤毛管性能,使地下水中的盐分迅速上升累积地表;同时被灌溉土地中的盐分溶于水后,随地下水向四周扩散,因而在灌区中的非灌地或失耕失种及撩荒地区,就成为聚积盐分的好地方。霸县柳泉乡西部金門渠二支渠二斗渠末端,地形稍高,未浇上水,几年来,形成了大量盐霜及结皮,其含盐量:结皮在1%以上,表土在0.4%,心土、底土0.2—0.1%。作物死亡,甚至寸草不生。

在灌区中,土地不平整,最易在局部高处形成盐斑。因为局部高处,所受蒸发作用强烈,迫使低处水分沿土壤毛管向高处运行,盐分随之累积在高地,形成盐斑。一般在农地中小地形高差10—20厘米,即有上述情况发生(表5)。

此外,在盐化土壤上,降雨及灌溉后如不及时中耕松土,毛管作用增强,盐分易于累积地表,加重盐渍化。

### 三. 防治土壤次生盐渍化的关键在于控制地下水位

针对上述原因,防治土壤次生盐渍化的关键在于

表 5 土地不平\*的鹽分差異  
(河北省任丘县北辛庄乡庞临河村)

高处(盐斑光板)		低处(缺苗5成)	
取土层次(厘米)	含盐量(%)	取土层次(厘米)	含盐量(%)
0—0.2	7.13	0—2	1.12
0.2—5	3.68	2—5	1.26
5—10	1.53	5—15	0.21
10—20	0.43	15—30	0.23
20—50	0.23	30—50	0.15
50—120	0.23	50—95	0.15

\* 低处与高处高差15厘米。

控制地下水位,使之不上升到地下水临界深度以上。控制地下水的措施,其关键又在于:(1)从灌溉技术上减少灌溉对地下水的恶性补给;(2)在上项措施不能保证、地下径流不畅的地区,必须采用排水措施;(3)在正确的灌溉排水基础上,大力采用农业土壤改良措施及其他辅助措施。总之,必须设法消除促成盐分累积的根源,才能为全面实施农业“八字宪法”铺平道路,保证作物产量不断提高。

黄河下游冲积平原,地势低平,地下径流不畅,目前已经发展灌区,又多无排水措施,因此应该特别强调建立排水系统。目前一些灌区的资料已经充分证明,排水是防治土壤盐渍化的关键措施。河南新乡引黄灌区建立后,土壤次生盐渍化有所发展。经过试验证明,

采用沟深为 1.8—1.9 米，沟距为 350—400 米的排水农沟，结合合理的灌溉措施，能够防治土壤盐渍化，基本上满足农业生产的要求。河南原阳县小庄开挖了深度 2.5—3 米的排水沟，不但防止了土壤次生盐渍化，而且制止了邻近稻区对旱田的影响。山西漳沱河、广济、忻定灌区，灌溉后也发生了次生盐渍化，1952 年开始修建部分排水沟（沟深 1.3—2.8 米）使排水沟两侧各 300 米范围内地下水位降低，1955 年开始有 13000 亩荒滩变为可耕地，玉米亩产达 180 斤。

建立排水系统，还为进一步改良利用重盐渍土提供有利条件。在低洼重盐渍土地，种植水稻，在有排水沟的条件下，改良效果快，而且可以防止周围旱田的次生盐渍化；在高上地区的重盐渍土，经过冲洗措施、洗掉的土壤盐分，可以通过排水系统，把盐分排出灌区。天津团泊洼地区低洼易涝，土有盐渍，解放前丰产年亩产二、三十斤，欠年颗粒无收。解放后，在党的领导下，1955 年开始进行洼地改造，经过排水排咸种植水稻改良土壤取得很大成绩。团泊洼四周高起，无天然排水出路，采用电力扬水排水（排水量 20 立方米/秒），建立了比较完善的排水系统（排水斗沟间距 400 米，沟深 1 米），降低地下水位 0.8 米—1 米，排出大量盐分，据统计 1956 年—1957 年农沟排出盐分 106 万吨。生荒地原含盐 0.9—1.3%，（表层 30 厘米平均）种植 3 年已降低到 0.14—0.17%，脱盐效果显著。目前团泊洼已是著名的稻作区，1958 年十万亩稻田亩产千斤。

苏联在灌溉及土壤改良事业上，累积了丰富的经验。他们实践经验也充分证明，排水是防治灌区土壤次生盐渍化的一项根本措施。苏联阿塞拜疆莫干地区是一个大洼地，其地面低于周围的黑海及库干河的水面。从前开始利用时，灌溉一片，返盐后又换一片，结果在 50 年后即全部盐渍化了。关于那里的問題有許多爭論，有人認為盐渍化是灌溉造成的恶果，应当种植牧草以恢复土壤结构，爭論了約近 20 年。苏联党和国家决定改造莫干地区，终于在 1948 年批准了莫干地区的灌区设计。改良土壤的基本措施是排水。中心排水沟出水量达 15—20 立方米/秒，因地面低于海面，采用扬水排水入海。支沟沟深 2.5—3 米，间距一般 600 米，同时平整了土地，进行冲洗。这一系列的工作在 1953 年已经基本完成，到 1956 年已开发灌区达 1,000 万亩。棉花亩产由每公顷 4 公担提高到 18—20 公担以上。莫干地区的面貌已经完全改变，这也给我们提供了良好的范例与宝贵的经验。

实践已经证明，为防治土壤盐渍化，建立排水系统，是为了实现以下基本任务：排水沟的深度与间距足以控制地下水在临界深度以下；保证把矿化度高的地

下水排到灌区以外。同时，在汛期保证土壤水分与空气的状况适应作物生长的需要。目前有些灌区，虽也建立了排水系统，但因没有满足上述基本要求，因而作用不够显著，应当积极加以改建，使排水工程充分发挥效益。

为了控制地下水，必须了解地下水的临界深度，因为它决定对排水设施的基本要求。临界深度受气候、土壤质地、地下水矿化度等自然因素以及耕作、灌排等人为活动因素的綜合影响，是一个比较复杂的問題。现仅提供河北平原地区关于地下水临界深度的初步观测研究结果（表 6）以供参考。一般末级固定排水沟的深度较临界深度加深 20—30 厘米即可。

表 6 河北平原地下水临界深度

条 件	土壤质地	临界深度(米)
浅色草甸土地，地下水矿化度在 1—3 克/升，土壤含盐量在 0.1% 左右，一般旱作。	砂壤—轻壤土	1.8—2.1
	中壤土	1.6—1.9
	重壤—粘土	1.2—1.4

#### 四、提高認識，积极展开防治土壤盐渍化的斗争

在与土壤次生盐渍化进行斗争的实践中，也提高了我们的認識。目前不少灌区发生土壤次生盐渍化，虽然这主要是客观上我们还缺少经验，灌溉要求迫切，发展迅速，工作跟不上去。但也是由于我们未善于从实践中很好地掌握运用自然法则。因此，虽然灌溉不当，会使土壤盐渍化，早已有不少教训，但仍然会发生错误重犯的现象。有人把灌溉发生次生盐渍化认为是不可避免的，就提出平渠种旱，不要发展灌溉。这实际上是“因噎废食”。也有人只注意发展灌溉却不愿采取排水措施，没有看到只灌不排，盐渍日重，不仅不能发挥灌溉效益，反使土地恶化。不敢灌溉与不要排水，都是只看到事物的一面，而未见其全面，都是不正确的。自然界是有内在联系的统一整体，自然法则是不以人们意志为转移的客观过程。“对自然法则的任何违反，即使是极小的违反，都会引起事情的混乱，引起工作程序的破坏”。因此我们必须尊重自然法则，努力掌握自然法则。

我们依据对自然法则的認識，就不是盲目的而是能动地展开防治土壤次生盐渍化的斗争。展开这一斗争应当采取以防为主、防治并重的方针。在灌区发展之前，就应当主动采取预防土壤盐渍化的措施，以防未然。对已发生盐渍化的耕地，应当千方百计地进行改良，以减轻或消灭它的危害。防治的关键在于控制地下水位，使之不上升到临界深度以上。（下转第 14 页）

使土壤紧实度在小麦生长期中維持 1.23—1.26 之間，这时产量都在 550 斤以上，甚至有超过 600 斤者，其增产率都在 30% 以上。如果把肥料用量降到 8,000 斤时，土壤紧实度就不能保持在 1.23—1.26 范围内；如增大到 1.29—1.32 之間，就不大适宜于小麦生长。从表 10 中还可看出，北京郊区深耕 25 厘米左右，每亩施肥 1 万斤时，土壤紧实度可以保持在 1.15—1.24 之間，是小麦生长的最适范围。如果把肥料数量增加到每亩 10 万斤，而深耕深度不变，則土壤就更疏松，紧实度在 1.06—1.11 之間；只有当深耕深度增加而肥料用量也应相应的增加时，才能使土壤紧实度达到适宜于小麦生长的范围内，如深耕 50 厘米时不施肥土壤紧

实度容重为 1.31，当每亩施肥量为 5,000 斤时容重降低到 1.29，肥料量增加到 5 万斤时容重降至 1.24 左右，这时土壤紧实度正适合，如肥料施用量再增至 40 万斤时，容重为 0.98，小麦根系发育开始受到抑制。从土壤紧实度来看，維持 1 尺左右的松土层、有机肥料施用量在 1—2 万斤最为适合，稍高一些也可以，这时不仅有一定厚度的松土层，同时营养物质也能满足小麦的要求。如果維持 1.5 尺的松土层，每亩施肥以 3—5 万斤为恰当；如肥料用量减少时，土壤就变得紧实不适于小麦生长，同时土壤中营养物质也相应缺乏，产量有下降趋势。因此用施肥量来控制土壤紧实度是获得丰产的重要手段。

(上接第 18 頁)必須采取适当的排水措施，才能消除盐分累积的根源。当然，要从根本上制止灌区土壤盐渍化的发生发展，也还需要一个时间，因此，在力图根治的同时，还必须抓紧当前的措施，积极組織羣众展开斗争，把盐害抑制到最小，保证作物的稳定产量，并尽可能地争取高产。如只坐等根治单纯强调排水措施，而忽视农业措施及羣众已有的丰富經驗，而放松当前的斗争，是不对的。这样会造成农业上更大的减产。当然，如果只强调农业措施可有一定效果，而放弃灌溉排水等根本措施，也是不对的，这将使我们永远处在挨打的位置，盐渍日重，改造更加困难。

展开防治土壤盐渍化的斗争，必须抓紧时机。在春季及夏初土壤返盐严重，而且盐分累积地表，因而采取一切措施，保种保苗则是十分重要的。但更积极的措施还在于从盐分开始累积头年秋后及早动手。目前应当抓紧制定规划，进行必要的改良試驗工作，以便为今冬明春大搞防治土壤盐渍化的羣众运动，进行必要的工程，作好准备。目前灌区土壤次生盐渍化虽较普

遍，但一般土体含盐不多，只表层较重，尚较容易改良。因此，应当争取主动，采取积极措施，以防微杜渐。否则，明春还会出现更为被动的局面。机不可失，时不再来，一拖就是一年。任丘县经过今春的调查研究，已做出防治次生盐渍化的规划，建立試驗研究机构，并开始增建必要的扬水站，改建灌排系统，以控制地下水位，逐步做到根治土壤盐渍化。

黄河下游地区，随着南水北调以及海河根治，必将更大规模地发展灌溉，全面水利化已为期不远。为了严肃的对待祖国宝贵的土地资源，充分发挥灌溉效益，我们必须作好一切准备，预防土壤盐渍化。

我们确信，在党的正确领导下，只要我们坚决依靠人民羣众，努力掌握自然法则，贯彻防治并重以防为主的方针，抓紧时机，积极展开防治土壤次生盐渍化的斗争，象我们克服其他各种自然灾害一样，土壤盐渍化一定要为人民所征服，高标准水利化一定要实现，土壤肥力一定会不断提高，农业生产一定会不断跃进。

## 更 正

本刊 1959 年第 9 期第 13 頁“青子泥的性状及农业特性”一文题目及文内“青子泥”均应改为“青紫泥”；又同頁左栏倒数第 7 行“脚踏下去拨不出来”应改为“脚踏下去拔不出来”，右栏第 1 行“水分蒸发快”应改为“水分蒸发快”。