

豫北天然文岩渠流域土壤潜在盐渍化分析及其次生盐渍化的防治

刘福汉

(中国科学院南京土壤研究所)

摘要

豫北平原天然文岩渠流域是历史上的老盐碱区和易盐碱区。目前在非盐渍化土壤及已改良好的盐渍土中仍然存在着潜在盐渍化的威胁。为防治潜在盐渍化土壤转化为次生盐渍化土壤,应发展井灌井排、井渠结合,加强田间排水工程设施的建设,在易大面积发生盐渍化的黄河浸润区(背河洼地)发展放淤改土、种稻,建立土壤潜在盐渍化的预测预报及水盐动态监测系统。

一、天然文岩渠流域土壤盐渍化的历史演变

天然文岩渠流域的盐渍土,是在半干旱一半湿润季风气候条件下、受各种自然因素和人为活动综合作用的结果。建国以来,该流域盐渍化土壤的面积,经历了一个由少到多又由多到少的变化过程(表1)。此变化过程是与水利建设的好坏紧密相关的。

建国后至1957年,是盐碱化土壤的面积比较稳定时期。这一时期,该流域重视水利建设,疏浚天然渠、文岩渠,提高河道的泄洪除涝能力,初步改变了建国前的大雨大灾、小雨小灾、无雨旱灾的局面。盐渍化土壤的面积约71万亩。

1958—1961年,是盐碱化土壤面积急剧上升的时期。这与1958年在平原地区盲目推行“以蓄为主”的治水方针,到处大搞蓄水工程,打乱了平原地区的排水系统,降低了天然渠、文岩渠及其他渠系的排水能力;还与大规模发展引黄灌溉和大规模推广种稻,排灌不分,片面强调自流灌溉,从而导致该流域地下水位大幅度上升有关。事实上,该流域在1958年以前,地下水埋深即使在汛期一般仍大于2m,而到了1960年,却普遍上升到1—2m,地下水埋深小于2m的占总面积的80%以上,小于1m的也达40%左右,使大面积的土壤发生了次生盐渍化^[1]。

1962—1966年,是盐渍化土壤的面积大幅度下降的时期。这是因为从1962年开始,暂停了引黄灌溉,拆除了阻水工程,废除了平原水库,普遍整治了天然渠、文岩渠的排水系统。1965年以来又大力发展井灌井排,使地下水位普遍下降。1966年盐渍化土壤的

表1 天然文岩渠流域不同年份的盐渍化土壤面积 (亩)

年份	轻盐渍化土壤	重盐渍化土壤	总计
1957	518,710	194,197	712,907
1961	—	—	1,514,000
1966	708,836	232,068	940,904
1984	583,784	44,864	628,648

ca

表2

天然文岩河流域各种盐碱化土壤面积

(亩)

县 别	盐 化 土 壤			碱 化 土 壤			共 计
	轻度	中度	重度	轻度	中度	重度	
原阳	148971	91739	27043	1568	224	—	269545
封丘	138261	49044	6830	60084	40293	9431	303943
延津	20648	8944	900	398	510	—	31400
长垣	15678	7404	660	—	—	—	23740
共计	323556	157131	35433	62051	41027	9431	628623

面积较1961年减少了37%。

1966年以后,盐渍化土壤的面积得到了进一步控制,土壤没有发生大规模的次生盐渍化。截至1984年,盐渍化土壤的面积约占全流域耕地面积的17%,中、重度盐渍化土壤也得到了改良(表2)。

总的来看,流域内盐渍化土壤是向面积减少、程度减轻的方向发展。引起这种变化的主要原因是:

1. 发展井灌井排,沟渠井相结合的灌排体系。在水利工程建设方面,进行了许多基础性工作,疏浚渠系排水泄洪能力,整治引黄灌区灌排系统;发展井灌井排,开发利用地下水资源,明显地降低了地下水埋藏深度。据统计,原阳、延津、封丘三县有效灌溉面积占耕地面积的73%,而开发利用地下水的井灌面积约占灌溉面积的50%。在井灌区,地下水位年平均多稳定在4—6m,在北部井灌区可达5—7m。在灌排系统方面,许多地区采取了井渠结合、井沟结合以及井沟渠相结合的灌排体系,调节了灌、排之间的矛盾。这些条件的改善,对于抗旱除涝、防治盐碱化起了很大的作用,因而盐碱化土壤面积减少。如东大村—李郭庄—獐鹿市—丁寨一带近年来建立了较为完善的井灌沟排系统,起到了洗盐和降低地下水位的作用,盐渍土也得到了改良^①。

2. 自1969年以来,在有一定排水措施的临黄灌区,逐渐扩大淤灌种稻和放淤改土范围。现在大部分稻田,原先含盐碱较重,或者原来就是盐碱荒地,“种不保出,出不保收”。经过多年淤灌种稻或放淤改土以后,盐碱都明显减少。根据试验,田块放淤厚度超过30cm,能够阻隔水盐向土壤表层移动^①。因此,一些重盐碱地盐碱荒地,转变为非盐碱土或转变为轻度、中度盐碱土。

3. 农村实行联产承包责任制极大地调动了农民的积极性,他们重视打井灌灌、开沟排水、施肥平地、精耕细作,改变了过去粗放经营,提高了土地管理水平,中耕松土抑制了下层土壤水分蒸发返盐,使过去失耕失种或撩荒造成的盐碱地有所变轻或改成良地。

二、土壤潜在盐渍化的威胁依然存在

由于盐渍土面积和盐渍化程度得到了较好的控制,改变了盐渍土地区的农业生态环境,使单位面积产量大幅度提高。目前,该流域的土壤盐渍化已不是构成农业生产进一步发展的主要威胁,但这并不等于盐渍化问题已经完全解决了。实际上,盐渍土减少的趋势是以气候

^① 中国科学院封丘工作组,关于背河洼地引黄放淤和稻改问题。黄淮海平原封丘县旱涝盐碱综合治理文集(一),1981。

及区域水盐均衡状况为前提的。我们应该认识到本流域为一老盐碱区和易盐碱区，在目前流域的整体排水渠系尚未健全、排水出路尚未完善的情况下，本流域始终存在着土壤潜在盐渍化的威胁。所谓土壤潜在盐渍化是指那些表层目前尚未盐化、碱化，但可能由于灌溉而抬高地下水位发生盐渍化的土壤。天然文岩渠流域盐渍化土壤的消长历史就是很好的见证。在一定地形地貌、水文地质条件下的非盐渍土，在另外条件下，则可能表现为盐渍土。在非盐渍土中存在潜在的盐渍化土壤，只是没有表现出来而已，一旦条件具备，就转化为盐渍土。而该流域目前已存在有利于抬高地下水位条件：

1. 排水没有妥善解决。由于黄河河床逐年淤高，排水出路恶化，汛期顶托倒灌，极易产生内涝，抬高地下水位，并导致涝洼边缘土壤水的侧向运动加强，盐分也随之向地表聚积。此外，大量引黄退水，泥沙俱下，排水沟淤积，降低田间排水效果，亦易造成渍涝，为冬、春季积盐创造了条件。地处黄河大转弯处的碾庄—顺河集—平街—马常岗一带，由于其特殊的地理位置，随黄河河床的逐年抬升，侧渗加强，导致地下水位升高，使原来的非盐渍化土壤转化为盐渍化土壤，轻度盐渍化土壤向重度盐渍化土壤转化。

2. 引黄自流灌溉有进一步扩大的趋势。据原阳县水利局提供的资料，该县多年平均引黄为4.89亿m³/年，封丘县为1.89亿m³/年，合计6.78亿m³/年。另据河南省水利厅引黄灌溉规划意见，原阳、封丘两县近期内引水量较常年高出1—2亿m³。但是，由于田间工程不配套，管理跟不上，在扩大引黄自流灌溉的同时，极易导致废弃机井，使地下水位失控。

3. 水稻种植面积一时难以压缩，有些地方还有扩大的趋势，这必将增加引水量和延长输水时间，增加渗漏。例如，封丘县的油房乡申庄就是由于在天然渠以南种稻，使邻近旱地发生盐渍化；前马常岗盐碱化的发展亦因附近种稻的影响而发展。总之，种稻而又不注意排水，极易导致邻近的非盐渍化土壤变为盐渍化土壤。

4. 据王重久等人的估算^[3]，全流域浅层地下水综合补给量为6.6—9.2亿m³/年，现在开采量为4.09—6.85亿m³/年，占综合补给量的63—74%，处于采补相消略有盈余的状况。即使在采补完全相当的条件下，只要增加引黄水量或遇丰水年份，地下水位上升还是完全可能的。

综上所述，由于引水量的增加及排水出路不完善，极易引起地下水位的升高，从而使潜在盐渍化转化为次生盐渍化。

三、潜在盐渍化土壤的分区

在许多干旱、半干旱地区，实际上全部土壤或大部分土壤都可以列入潜在盐渍化土壤^[4]从世界范围来看，潜在盐渍化土壤的面积比现在已盐渍化的土壤面积要大得多。

地下水深是潜在盐渍化土壤转变为次生盐渍化土壤的最主要的条件，也是进行分区的主要依据。在地表强烈蒸发的旱季，如果地下水位埋深超过返盐的临界深度，地下水盐就转化为土壤水盐在土体中聚积，当表层盐分含量达到一定程度，而影响作物生长发育时，就形成

盐渍土。因此，研究潜在盐渍化土壤，首先必须研究地下水状况，特别是地下水埋藏深度。已有不少人对黄淮海平原不同土体结构的地下水临界深度作了探讨^[5,6,7]。根据我们在天然文岩渠流域的调查研究，该地区地下水临界深度按土体结构不同，大致在2—

表3 天然文岩渠流域浅层地下水矿化度

矿化度 (g/L)	占水样总数的百分数
< 1	61.6
1—2	26.8
> 2	11.6

2.5m。从整个流域来看,虽然地下水矿化度不高(表3)但都含有一定量的盐分,在地下水位较浅的条件下,都存在着盐渍化的潜在威胁。但是如果浅层地下水矿化度较高,而地下水位在临界深度以下,土壤也不会存在潜在盐渍化的威胁。当然,矿化度越高,土壤积盐越重,盐渍化威胁越大。因此,矿化度可作为参考指标。

按照地下水位及矿化度将该流域受潜在盐渍化威胁的地段划分如下:

1. 引水渠系两侧。由于渠系的侧渗补给地下水,使地下水位抬高。一般来说,总干影响范围800—1000m,使地下水位平均抬高0.8—1.0m;支渠影响范围100—150m,地下水位升高0.2m左右;斗渠影响范围50m左右,地下水位升高0.1—0.2m。输水时间长,输水量大,潜在威胁也大。

2. 稻田和稻田四周。种植水稻可以洗盐、压盐,冲洗地下水,但同时也抬高了地下水位,为回旱后返盐创造条件。因此,许多田块回旱后,冬、春季节仍有大面积返盐,有些土壤0—2cm土层含盐量达到1%。与稻田四周相邻近的旱作区,由于受到种稻排盐作用的影响,地下水位在1—2m,土壤受潜在盐渍化的威胁很大。

3. 黄河滩地、扇形地顶部、大沙河北侧,地下水位埋深3—4m,虽然有盐渍化威胁,但只要不存在有地表水源或者兴渠废井,把地下水位抬高到临界深度以上,一般就不会发生盐渍化。

4. 南部背河洼地地下水平均埋深小于1m或1—2m,属于盐渍化和易盐渍化区。

5. 矿化度大于3g/l的地区。虽然该流域地下水矿化度一般在1g/l左右,但也有少数地区矿化度大于3g/l,这些地区引水灌溉比较困难,地下排水条件较差,这种苦水不宜直接用来灌溉。如果浇一、二次作物“救命水”,土壤发生盐渍化的可能性还不小,若浇水次数增多,就会产生盐渍化。

四、土壤次生盐渍化的防治

为了防治土壤发生次生盐渍化,应因地制宜的加强农田水利建设,合理灌排,以控制地下水位的抬高。同时,还要加强土壤次生盐渍化的预测预报工作。具体措施有:

(一)实行明沟排涝、井灌井排,合理调控地下水位

由于降雨时空分布不均和地形平坦且多洼地,形成涝灾频繁、涝碱相随,因此,为了除涝、治碱都要排水。根据1958年以来水利工程措施和土壤盐渍化发生演变关系的实践经验,在该流域搞好排水工程,发展井灌井排,完全可以控制地下水位的抬高。试验证明,井灌井排可以起到降低区域地下水的作用,若地下水位下降到2.5m以下,就可以避免旱季返盐。随着地下水位的下降,地表的水分蒸发也有所减少,盐分就不易在土壤表层聚积。例如,地下水位埋深在3—3.5m时的蒸发量比埋深为1—2m的蒸发量减少约70%^①。

(二)引黄放淤种植水稻

与天然文岩渠流域邻近的黄河,对堤北背河洼地浅层地下水有显著地补给作用。由于地下水位的抬高,产生内涝,使得该地段70—80%的土壤发生盐渍化。在背河洼地区采取引黄放淤、种稻是改良、防治盐渍化行之有效的方法之一。

^①中国科学院地质研究所,井灌井排治理旱涝盐碱的作用和地下水的合理利用问题。黄淮海平原封丘县旱涝盐碱综合治理文集(一)。

(1)放淤。放淤时,有大量水分淋洗土壤盐分,并淤盖一层新土,使土壤表层含盐量大为降低,如果放淤厚度大于30cm,可有效的抑制盐分上升到地表,使土壤多年不返盐;放淤后,地面抬高,土壤能减轻或免除积涝,减弱或免除土壤返盐。

(2)种稻。在引黄放淤的同时,也可以有计划地发展种稻。在水源有保证、输水距离短的地段种植水稻可以利用稻田蓄水防涝、利用稻田水层压洗土壤中的盐碱,做到边改良边利用。

放淤改土和放淤种稻改良盐渍土的成败关键在于排水,要能及时排除淤灌区和稻田退水。为了防止稻田回旱后返盐和对邻近旱作区的影响,应采取以下的预防措施:(1)完善田间排水系统,即在淤灌区要修挖1m深左右的田间末级排水沟,既有助于排除表层盐分,也可排除涝水和退水;(2)引黄种稻区与旱作邻区之间,应修挖较深的用以排水的截渗沟或发展井灌,使旱作区的地下水位控制在2.5m以下,可避免旱作区发生次生盐渍化。

(三)土壤盐渍化预测预报

目前,应充分利用现有的资料和手段以建立土壤和地下水水盐动态监测系统,对盐碱地及潜在盐渍化土壤进行调查分区,用以指导防治土壤盐渍化。该水盐监测系统,能掌握土壤及地下水盐运动的主要特征(盐分平衡)和分析整个区域的自然条件对土壤水盐状况的影响,预测和确定灌溉和排水对土壤水盐状况的影响。在这方面,国内外已做了不少工作^[8,9]。

参 考 文 献

- [1] Wang Shiyong, Problems of improvement and utilization of saline and alkaline soils in North and East Henan plains. Proceedings of the international symposium on the reclamation of salt affected soils. 北京农业大学出版社, 1985。
- [2] 韩江、刘兴文, 天然文岩渠流域主要低产土壤资源的现状和历史演变的遥感分析, 天然文岩渠流域农业自然资源研究, 科学出版社, 1987。
- [3] 王重久等, 天然文岩渠流域水资源开发利用和合理调节, 天然文岩渠流域农业自然资源研究, 科学出版社, 1987。
- [4] I. Szabolcs, Salt affected soils as world problem. Proceedings of the international symposium on the reclamation of the salt affected soils. 北京农业大学出版社, 1985。
- [5] 方生、田园、辛德惠, 综合治理旱涝碱咸, 盐渍土改良论文选编, 山东科学技术出版社, 1978。
- [6] 刘有昌, 鲁北平原地下水安全深度的探讨, 土壤通报, 第4期, 1962。
- [7] 袁长极, 试论华北冲积平原弱矿化地下水的适宜深度, 土壤通报, 第3期, 1962。
- [8] 尤文瑞, 土壤盐渍化预测预报的研究, 土壤学进展, 第1期, 1988。
- [9] 祝寿泉, 国外盐渍土研究工作简介, 土壤, 第4期, 1978。