

內蒙古黃、遼河灌区土壤盐分 积累的幾個問題

吳 杰 民

(內蒙古水利电力厅設計院)

內蒙古黃河灌区(又称河套灌区,下同)和辽河(西辽河)灌区同为自治区的重要产粮基地。黃河灌区西接阿拉善荒漠,东、南、北三面受高山、台地围绕,地形閉塞,受季候风的影响很微弱,年降水量仅 100—250 毫米(阿拉善荒漠边缘尚不足百毫米),年蒸发量超过降水量 8—15 倍,为典型的荒漠草原型大陆性气候。辽河灌区略偏自治区的东南一隅,为东北平原松辽盆地的一部分,处大兴安岭南部的东麓,緯度略高,气候比較冷湿,地形不若黃河灌区閉塞,且于松辽分水岭南部与辽东湾相接,受季风的影响較明显,年降水量 300—500 毫米,蒸发量为降水量的 3—6 倍,具有明显的草原生物气候特征。

据历史記載,黃河灌区发展灌溉始于秦、汉,但大规模的垦殖灌溉当在清代中叶以后,辽河灌区昔日为內蒙古著名的牧业基地(科尔沁草原的一部分)之一,垦殖、灌溉不过三、四十年,两灌区目前均受不同程度盐渍化的为害,尤以黃河灌区为严重,根据历年来的調查資料总结其各自的盐分积累規律,使今后的土壤改良利用有所依恃,但限于水平,某些迹象和結論定有謬誤之处,請大家指正。

一、灌溉对土壤次生盐渍化和影响問題

灌溉对土壤中固有的盐分起着人为的消长調节作用,合理的灌溉不仅满足作物需水要求,且能消除土壤表层多余的盐分,建立地下水淡化层,确保作物正常生长,防止或抑制次生盐渍化的发生和加剧。但是不合理的灌溉制度和管理却常常是招致土壤次生盐渍化的重要原因。据粗略估計,黃河灌区仅义和、复兴等三大干渠作物生育期間的輸水損失达 4 亿立方米,折合为加入土壤及地下水中的总盐量約为 12 万吨,由于灌溉抬高地下水位而使地下水年蒸发量达到 1,600—2,000 立方米/公頃,其加入的总盐量相当于土壤表层增加可溶盐 0.13—0.15%,而每年大量灌溉水的直接加入使黃河灌区表层土壤盐分平均增高 0.06—0.07%,辽河灌区增高 0.04% 左右,土壤中每年积累的盐分虽然在降水和人为压盐的情况下有一定脫弃,但是在灌区无良好的排水条件下,土壤盐分总的均衡依然趋向于增加,此种現象不容忽視。因此,要根据土壤次生盐渍化必須从改善灌溉制度,加强灌溉管理和适当地建立排水系統着手。

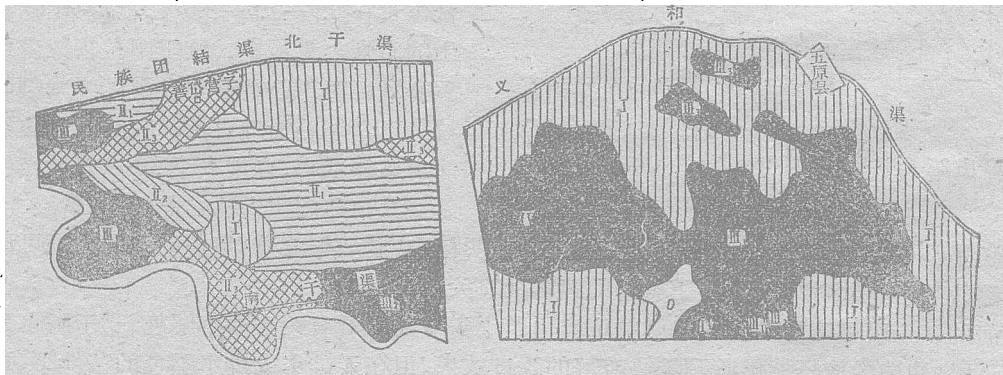
二、土壤次生盐渍化的发展現狀及規律問題

近年的調查資料表明,內蒙古黃、辽河灌区土壤次生盐渍化是十分严重的,灌溉年限比較短暫的黃河前套民生灌区、公山壕灌区,目前正经历着次生盐渍化的初級阶段——即沿干渠兩側強烈盐渍化,耕地內季节性盐斑地的形成,灌溉地段地下水位猛烈抬高,水质強烈矿化。两灌区发展灌溉只 6—7 年(公山壕灌区更短),但已发生盐渍化的面积占总耕地面积的 61.6%,沿民生渠、民族团结渠以及公山壕的兩側更是一片白霜,发展灌溉的头 1—2 年內,次生盐渍化面积的扩展极为迅速,据中国科学院土壤及水土保持研究所內蒙古工作组 1960 年在公山壕灌区五个生产队的典型

調查,少量盐斑盐漬土面积发展灌溉后的第1年(1958年)較灌溉前(1957年)增长30—40%,个别地段猛增1—2倍,多量盐斑盐漬土(盐斑地面积占耕地面积30—50%)面积增长15—25%;灌溉后的第2年(1959年)少量盐斑盐漬土面积較第一年又增长10—25%,多量盐斑盐漬土面积增长25—45%,两年来次生盐渍化面积扩展的平均速度达到25—35%,民生灌区7年来次生盐渍化面积的扩展速度平均为5—7%。

新灌区灌溉地段地下水位亦因大水漫灌而猛烈抬高,据民族团结渠將軍窰子观测站的資料,每年水位的抬高速度为30—35厘米,灌溉地段地下水矿化度为3—5—10克/升。

可以认为:黄河后套及三湖河灌区由于灌溉历史的久远,土壤次生盐渍化已基本上过渡到更高的发展阶段——即沿干渠两侧盐土带的淡化以及耕地内永久性盐斑地和整片撩荒地盐土的形成(图1)。目前耕地内盐斑盐漬土面积已占总耕地面积的85%,其中有90%为中量盐斑盐漬土



- | | |
|---|------------------------------------|
| 0 非盐渍化(表层含盐量<0.1%) | I 耕地盐斑盐渍土(盐斑占耕地面积10—30%) |
| II ₁ 弱盐渍化(表层含盐量0.1—0.3%) | III ₁ 盐土(表层含盐量1.0—2.0%) |
| II ₂ 中盐渍化(表层含盐量0.3—0.5%) | III ₂ 盐土(表层含盐量2.0—5.0%) |
| II ₃ 强盐渍化(表层含盐量0.5—1.0%) | III ₃ 盐土(表层含盐量>5.0%) |
| IV 苏打盐土(表层CO ₃ ²⁻ 量>2.0毫克当量/100克) | |

图1 内蒙古黄河后套(右图)及前套莎拉齐灌区(左图)土壤次生盐渍化的发展现状

(盐斑地占总耕地面积10—30%),与耕地插花分布因长期撩荒而演成盐土的总面积约占盐土总面积的50—60%,特别在灌区的边缘以及地形低平地区(如烏加河两岸、烏梁素海边缘等地),受灌溉地段长期排盐的影响,加之地下水浓缩蒸发的结果,出现了大片的盐荒地。此阶段地下水位由于灌溉与蒸发排洩之間建立了一定的均衡关系,故水位抬高速度相对缓慢,据观测及访问資料,每年水位抬高约为15—20厘米,地下水矿化度均較低,平均为1—2克/升。

辽河灌区由于所处自然条件有利于土壤脱盐,水文地质条件亦較良好,故土壤次生盐渍化相对較輕,盐斑盐渍土約占总耕地面积30—40%,其中70—90%为少量盐斑盐渍土(盐斑占总耕地面积低于10%),但可溶盐中富含对作物毒害甚烈的苏打(Na₂CO₃,下同)。

三、土壤可溶盐化学组成的地理规律问题

不同生物气候及水文地质条件下可溶盐的化学分异规律不仅具有土壤盐渍过程中的发生学意义,且由于盐类的不同化学组成有其不同水利-农业改良特征,因此在土壤改良学上亦有其重要意义。

处于荒漠草原气候条件下的黄河灌区溶解度較高的氯化盐和硫酸盐在可溶盐化学组成中占优势地位(图2),前者常占阴离子总量的50—70%,后者約占30—40%。径流汇集,排洩不暢的低洼地区,Cl⁻含量可占阴离子总量的80—90%,除氯化鈉外,尚有占总盐量20—25%的氯化鎂,因

此这里集中分布着大面积整片的潮湿盐土，盐类具有极强的吸湿性能，例如黄河后套灌区乌加河右岸，乌梁素海边缘包括三湖河灌区的西部均是。在地形稍高的部位，硫酸盐在盐分组成中渐占优势，分布着氯化物-硫酸盐蓬松盐土，受周围灌溉地长期排盐影响的撩荒地则分布有硫酸盐-氯化物次生草甸盐土。所以黄河灌区土壤可溶盐化学组成在总的分选规律下，还同时受着因小地形及人为活动的差异的影响。

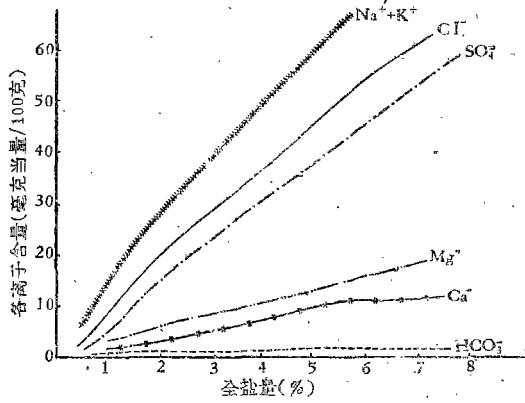


图2 内蒙古黄河灌区硫酸盐-氯化物盐土可溶盐离子积累曲线图

黄河灌区土壤盐分积累的另一个特点是有明显的“石膏化”特征，各类型盐土表层石膏含量在0.5—1.5—3.0%，以氯化物潮湿盐土的石膏含量最丰，位于阿拉善荒漠边缘的后套灌区西部巴音套尔盆灌区土壤剖面中米粒状石膏结晶清晰可辨，在其西部边缘的山前交接洼地中，自地表下30—50厘米处更可见有玫瑰色透明大块结晶的“石膏层”。石膏的大量积累是荒漠、半荒漠地区土壤盐渍特征的显明标志，显然与荒漠、半荒漠地区土壤可溶盐中富含易溶盐类(主要是氯盐)提高了石膏的溶解度有关。

黄河灌区土壤可溶盐的化学组成特征表明了由于盐类均具有较高的溶解度，易于随水分而移动，所以通过冲洗的途径能够收到较快较好的改良效果，但在无排水或排水不良的条件下，这种改良效果是暂时的，不能达到稳定的脱盐，至于土壤溶液中现有的由碳酸钙及石膏解离后所产生钙离子的数量，是否足以有效地阻止土壤在冲洗脱盐过程中的碱化现象，有待今后继续观察研究。

辽河灌区由于蒸发浓缩作用的相对减弱，使土壤及地下水的可溶盐化学组成中以重碳酸盐和碳酸盐类为主(图3)，离子组成中的总碱度(CO₃²⁻ + HCO₃⁻)约占阴离子总量的60—85%，具有极为明显的苏打盐渍化特征。由于碳酸钠的普遍存在，土壤胶体中代换性钠已占相当比例，部分化验资料说明，即使在含盐量很少的耕地中，土壤胶体中代换性钠已占盐基代换总量的10—15%，局部沼泽地区苏打盐土的代换性钠更占盐基代换总量的60—80%。在脱盐条件良好的地段，土壤已有明显的碱化特征，土壤的物理性质大为恶化，表层的渗透系数平均只有0.002—0.003米/昼夜。

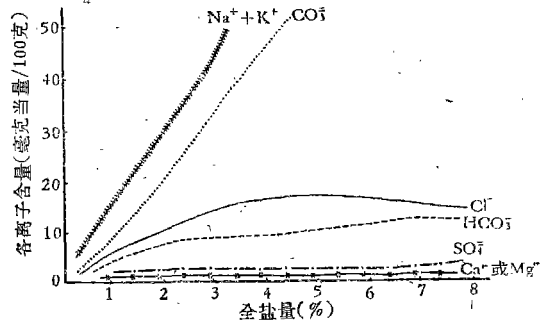


图3 内蒙古西辽河灌区苏打盐土可溶盐离子积累曲线图

因此，辽河灌区的土壤改良不仅需要水利改良措施，而且同时需要农业生物学改良措施，例如种稻洗盐，多施绿肥等有机肥料，甚至进行必要的化学处理等。由于土壤中石膏含量较少(低于0.5%)，因此，在冲洗脱盐过程中阻止土壤碱化的作用也相对减弱。

四、土壤中苏打的积累途径问题

内蒙古黄河灌区苏打盐土的分布面积很少，约占总盐渍土面积的6—8%，集中分布在湖、沼

边缘,粘质低地以及盐土地区的微高地形。在含苏打的老湖相母质埋藏较浅且受阴山脉东段玄武岩中碱金属铝硅酸盐类水解淋滤所形成的苏打潜水补给影响较大的大黑河灌区,苏打盐土的分布较广泛,约占总盐渍土面积的13—15%。本地区苏打积累的原因以前我们曾经有过浅见^[1],认为处荒漠、半荒漠条件下的黄河灌区苏打的积累主要借助于土壤中固有的盐类之间的相互化合而产生,尽管还缺乏实验室的根据,但估计是有其可能的。

目前的资料完全有根据地认为内蒙古辽河灌区是一个明显的苏打累积区,据前人的研究资料,本区似乎处在东北平原中(包括松嫩平原的全部和辽河平原的北部)苏打累积带的最南缘。辽河灌区苏打盐土约占总盐渍土面积的60—70%,位于其北的内蒙古松辽运河灌区更占总盐渍土面积的80%,苏打的积累途径除前述与盐分依生物气候条件的不同而产生的化学分异规律有关外,还有其他的原因可供研究。

苏联柯夫达通讯院士在数次考察了东北黑龙江流域的土壤以及盐分积累现状后,指出东北松嫩平原中苏打的形成有其特殊的地球化学因素,由于平原周围大、小兴安岭及长白山脉巨大的花岗岩、玄武岩建造以及近期火山活动的岩浆喷发,其中长石类的钠质铝硅酸盐在长久的风化溶滤作用下,使山前溶滤带的潜水硅酸盐化,这类重碳酸盐-硅酸盐水大量汇集于河流阶地,由于水解和碳酸盐化的结果,形成碱金属的重碳酸盐和碳酸盐,并使潜水和土壤发生强烈的苏打盐渍化^[2]。内蒙古辽河灌区具有与此相似的景观与土壤地球化学过程,灌区东西两侧分别为长白山脉及大兴安岭的延长部分,北依松辽分水岭,东面郑家屯附近更有近期火山喷发遗留的玄武、辉长岩类的石质孤丘(如吐尔吉山、玻璃山等,前者喷发年代不详,后者系第四纪上更新世时喷发的);因此产生上述苏打积累的地球化学过程是可能的,据化验资料,在本区的苏打型潜水中,游离硅酸的含量在9—30毫克/升,可惜未曾有从山前到河流阶地的土壤-地球化学断面的分析资料作进一步的分析。

苏打在辽河灌区普遍积累的另一重要原因是与局部地区(主要在通辽市以西的开鲁准迭拗陷构造区域内)埋藏于千余米以下的侏罗、白垩纪油页岩层中油田水的污染作用有关,近年来据松辽石油大队在本区的深孔勘探及化验资料说明,由于深层油田水在嫌气条件下的脱硫作用,在二氧化碳的参与下,进一步演化为苏打水并借助于垂直交替作用而影响表层潜水质,并使局部地区地下水亦强烈苏打化。下面所作的可能有深层储油构造地区的特斯格营子—三棵树—西小城子地下水水质断面图(图4),清楚地反映了该地区潜水中化学亲合指数(Cl^-/SO_4^{2-}),游离 CO_3^{2-} 含量矿化度之间的密切依存关系,化学亲合指数愈高,则硫酸盐类愈少,脱硫作用愈强,潜水中苏打含量

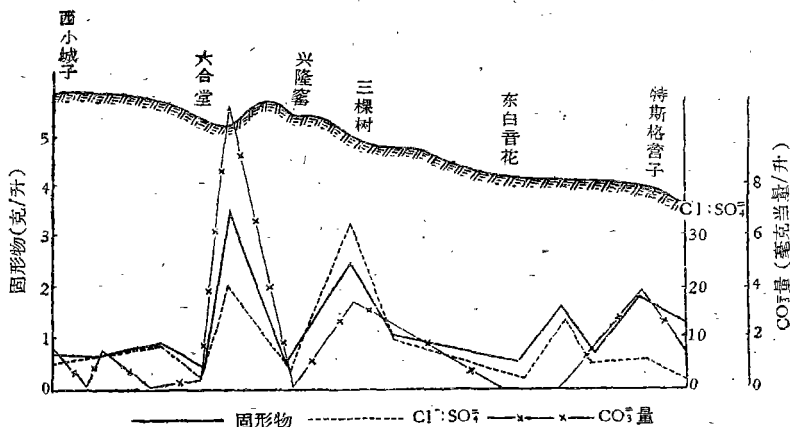


图4 在潜水平矿化度 CO_3^{2-} 含量化学亲合指数的含油构造地非剖面图

愈多,矿化度亦愈高,該地区土壤中苏打也必然相应地积累愈多。

因此,从另一个角度分析,毒害作物生长并使土壤物理性质严重恶化的苏打由于有如此雄厚的物质来源,要根本杜絕其产生似乎是困难的,目前也只有用治标的办法在已經产生苏打的地区用前面已提到过的方法来改良,彻底消除苏打产生的途径将是本区今后很重要的科学研究课题。

五、利用种稻洗盐的改良作用問題

和全国各地的經驗一样,內蒙古黄、辽河灌区利用种稻洗盐無論对含苏打或不含苏打的盐土均有較良好的改良效果。黄河后套灌区五原土壤改良試驗站的資料說明,在硫酸盐-氯化物盐土上种稻1—2年后,可使土壤表层盐分由6—8%降为0.2—0.4%,潛水矿化度由25—28克/升降至5—8克/升,三湖河灌区中滩农場在苏打-氯化物盐土上种稻一年后,土壤表层游离 CO_3^{2-} 由2.2毫克当量/100克土减为0.1毫克当量/100克土,且由于随灌溉水流入的水生植物遗体以及施入的綠肥、有机肥料等在嫌气条件下不能完全分解而产生的有机酸,有助于土壤中过高碱度的消除,因此利用种稻洗盐不仅具有水利土壤改良效果,且同时具农业生物学上的改良效果。

五原站的資料又說明:只要注意稻区的排水和耕作管理,土壤脱盐至一定程度改种旱作前,同时注意耕作措施,則土壤表层含盐量仍可低于抑制作物生长的极限含量,地下水含盐量亦稳定在种稻淡化后的低矿化值水平(見下表),为水旱輪作制的过渡創造了良好的条件。

种稻后土壤及地下水盐分变化情况

取 土 时 間	土 体 深 度 (米)	土 壤 含 盐 量 (%)	地 下 水 矿 化 度 (克/升)	說 明
1959年6月8日	1.0	1.93	17.64	种稻前
9月1日	1.0	0.14	2.03	撤水后,地下水系9月12日測
9月28日	1.0	0.16	—	水稻收割后
11月9日	1.0	0.29	4.88	定期取土
1960年4月15日	1.0	0.16	—	改种旱作,播前取土
5月	1.0	0.20	2.94	种旱作后定期取土,地下水系6月12日測

上述資料均說明:利用种稻洗盐是我国劳动人民在和土壤盐渍化作长期斗争中創造出来的一项极为宝贵的經驗;亦是盐渍土改良利用中一条多、快、好、省的捷径。正因为利用种稻洗盐的功效率卓著,因此,黄河后套灌区1959年水稻的栽培面积較1957年猛增9倍,約占粮食作物总播种面积的20%,辽河灌区水稻播种面积近年亦有显著的增长。

尽管利用种稻洗盐有如此的优越性,但是下列几个問題还是值得今后进一步的研究和重視:

(1) 种稻对龟裂盐土和碱化土壤的效果如何? 目前似乎还没有比較系統的資料足以論証:黄河后套灌区有关部門过去曾在五原以及五分子桥附近的龟裂碱化盐土上試种水稻,但最后均以失败而告終,由于小地形低洼,排水困难,加之土壤表层透水性极劣,稻地积水长期不涸洩,以致水中盐分与苏打的浓度日益增高,稻秧不得成活。近年来宁夏回族自治区銀川灌区对“白僵地”(即碱化龟裂盐土)进行了以栽培水稻为中心的水利,农业、生物改良措施的試驗,获得較好的效果,值得我区有关部門参考。今后在試驗过程中还应着重注意碱化土壤在种稻过程中土壤酸碱度、土壤物理性状、土壤透水性以及土壤胶体中代换性鈉的消长状况,特別应注意种稻前后耕种、施肥、换水、排水等技术措施的配合。

(2) 稻区的总体规划和水稻区的排水問題:从目前黄、辽河灌区水稻栽培的发展现状来看,对上述两个問題的考虑显然是不足的。在稻区的总体布置方面首先应该在灌区的规划方案中,根

据土壤盐渍状况、地形、供水条件及国家计划指标明确地圈定发展水稻的重点地区,例如供水条件许可时,在盐渍土分布较为集中的烏加河两侧,烏梁素海边缘,三湖河灌区西部(西山嘴、公庙子附近),大黑河灌区什拉烏素河两岸,阿拉善祈巴音套尔盖灌区西部以及辽河灌区南部哲南灌区以及下游巴彦他拉灌区等地均宜大面积发展水稻。另一方面在发展水稻时,则应考虑稻区的排盐对周围旱作区次生盐渍化的影响,在水、旱作物的交界处应设置深度较大的截水沟。

目前多数的稻作区并无完善的排水系统,以致稻田土壤中多余的盐分未能彻底排除,为长远计,必须在不影响水稻喜水的生理要求条件下,设置浅而密的排水系统,河北省天津市附近,河南省新乡市附近的引黄灌区,宁夏回族自治区灵武农场等地均有较好的经验可供参考。

(3) 种稻后对土壤肥力以及微生物学特征的影响问题:根据国内有关的研究报告,土壤在长期栽培水稻后,耕层内细菌、放线菌和真菌的数量均有所增长,其中有利于土壤肥力提高的自生固氮菌、硝化细菌、氨化细菌数量亦有所增长,土壤中可溶性磷、钾量也有显著提高。对水稻采取“落干”措施后,有利于有机质的矿化和土壤中氧化-还原平衡关系的建立,从而进一步促进土壤肥力的提高^[3,4]。当然在北方地区特别在荒漠、半荒漠地区由于气候和土壤性质与南方迥异,水稻土壤的渍水作用强度亦逊于南方水稻土壤,因此,水稻土壤肥力的复化状况亦未尽一致,目前亦无相应的研究资料,值得今后深入试验研究。

参 考 文 献

- [1] 吳杰民: 內蒙古黄河灌区土壤可溶盐中苏打的积累及改良利用问题。土壤, 1960年第8期, 9—13页。
- [2] 柯夫达: 中国之土壤与自然条件概论。217—219页, 科学出版社, 1961年。
- [3] 沈梓培等: 水稻土晒干措施的增产效果及其与土壤性质的关系。土壤学报, 1959, 7(3—4): 124—134。
- [4] 曹正邦等: 水稻土的微生物学特性(1) 华东华中主要类型水稻土中微生物数量及其活动性的研究。土壤学报, 1959, 7(3—4): 218—226。