

洛惠渠灌区土壤次生盐化及盐分累积

鄧 国 誕

(西北水利科学研究所)

洛惠渠灌区地形受黄河、渭河、洛河和涑水河冲积影响,形成三级阶地,地势由北向南倾斜,南北高差达48米。每级阶地上都有大小不同的低洼地段。微地形起伏不平,变化极为复杂。这些洼地往往成为地表径流与地下径流汇聚和盐碱地分布的地区。

灌区地下水流向总的来说由北、西北向南、东南方向流,并与地表坡度大略一致。坡降 $1/2,000$ 至 $1/500$, 地下水深一般在 $1-10$ 米。地下水埋藏深度小于 2.0 米者占总面积的 15.7% , $2-5$ 米占总面积 34.7% ; $5-10$ 米占总面积 28.2% , 其余为大于 10 米者。地下水矿化度 <1 克/升占总面积的 7% , $1-3$ 克/升占 50% , $3-10$ 克/升占 40% , $10-50$ 克/升占 3% 。主要属氯化物-硫酸盐及硫酸盐-氯化物水。

灌区气候条件适宜一般农作物生长。全年无霜期 220 天。年降雨量 497 毫米,降雨集中于 $7-9$ 月;年蒸发量 $1,390$ 毫米,为降雨的 3 倍弱。年平均温度 15.5°C , 最高 43°C , 最低 -22°C 。

按机械组成来说,灌区土壤多为壤土,其次为砂壤土。其中粘土占总面积 10.1% , 粘壤土占 9% , 壤土占 41.9% , 砂壤土 26% , 砂土为 13.0% 。一般透水性强,容重 $1.3-1.6$ 之间,适宜于种植小麦、玉米、棉花及豆类等作物。

灌区于 1943 年开始修建,解放后于 1950 年开始灌溉。自开灌以来,农业生产获得显著的提高。但由于历年来地下水位上升,一些地方发生次生盐化,使盐渍土面积扩大。现就洛惠灌区历年来的资料对土壤及地下水盐分累积进行分析如下。

一、洛惠渠灌区盐碱地的分布及产生原因

灌区盐碱地面积占灌溉面积 8% 左右。主要分布于如下几种地区:

(1) 干、支渠道两侧(图1中A区),除总干渠外,东一干南侧的西渠头;中干渠的长家坡、西小坡等地也有不同程度的发展。这种盐碱地的产生多半由于渠道的渗漏水抬高了当地含盐的地下水位,由渠道两侧某一段地下水坡降较缓、地下水位较高的地方起,开始盐化,并逐渐向外扩张。盐化程度和面积随输水时间增长、流量加大而增加。

(2) 堰坎边缘,三级阶地与二级阶地衔接地方,或二级阶地与一级阶地衔接地方,往往产生盐化,如铁镰山南麓东、西汉村至西渠头一带,周家寨—斯罗寨等地(图1中B区)。这些地区由于地表高程突然下降,地下水位接近地表,盐分经过蒸发而累积。离堰坎约 $100-400$ 米地带最为严重。这与地下水坡降变缓,出流较慢有关。东西汉村、西渠头、长家坡等地的盐化不仅是由于处在堰坎边缘地下水位高的缘故,而且还受干渠渗漏的影响。

(3) 洼地周边,如大坨营、张贺二洼、盐池洼等地(图1中C、D区),该地区中央低、四周高,地面水及地下水汇聚,常有积水,有的成了盐湖,有的地下水位处在 1 米以上成为沼

当地地下水临界深度,盐分开始累积地表,天长日久发展成为盐碱地。

二、洛惠灌区地下水盐分累积特点*

在总干渠蔡村一带,地下水盐分组成中, SO_4^{2-} 始终比 Cl^- 大(图2), 随残余物含量增加其差值更大。尤其是残余物含量高于 17 克/升后, SO_4^{2-} 增加更快。 HCO_3^- 的含量在 0.2—0.98 克/升之间。 CO_3^{2-} 含量更少, 不超过 0.2 克/升。

大坨营区为三级阶地中的低洼地区, 地下水组成也是以硫酸盐和氯化物为主(图3), SO_4^{2-} 含量一直比 Cl^- 要高, 而且几乎成直线式的增长。当蒸干残余物含量达 36 克/升时, 增长速度有减缓趋势, HCO_3^- 和 CO_3^{2-} 的含量都很小。

张家洼—斯罗寨区一带属塬坎边缘, 地下水组成(图4)虽也是以硫酸盐氯化物为主, 但 Cl^- 含量比 SO_4^{2-} 稍大, 两者均随蒸干残余物含量增加而

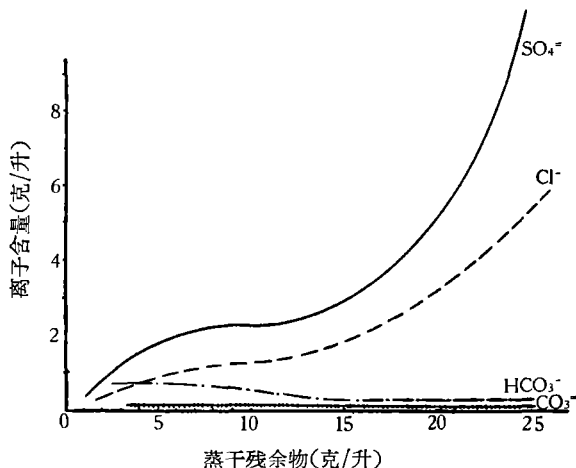


图2 总干渠蔡村区地下水矿化度与离子含量关系

直线增加。 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 含量都不高, 且一直随残余物含量增加而下降。

夏家庄—盐池洼地区的地下水组成(图5), Cl^- 含量几乎成直线增加, 当地下水矿化度为 10 克/升时, SO_4^{2-} 比 Cl^- 多, 但当地下水矿化度大于 10 克/升后, Cl^- 比 SO_4^{2-} 多。 HCO_3^- 稍多, 但含量平稳不大变化, CO_3^{2-} 含量很微小。这个地区的地下水出流不畅, 水深约为 0.7—1.5 米, 由于地势甚低形成长条形的盐湖, 矿化度一般约 30 克/升, 最高可达 100

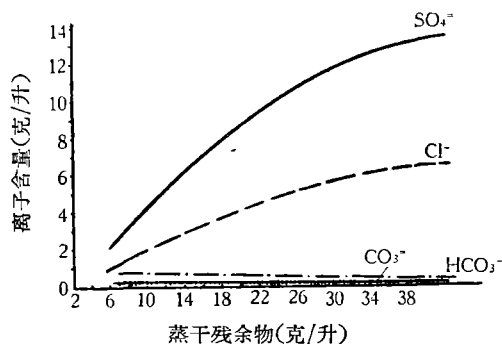


图3 大坨营区地下水矿化度与离子含量关系

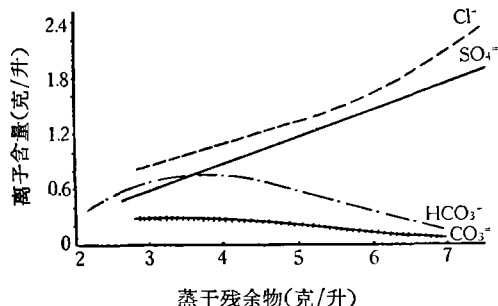


图4 张家洼—斯罗寨区地下水矿化度与离子含量关系

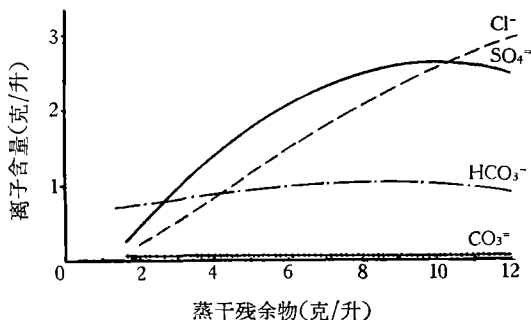


图5 夏家庄—盐池洼地下水矿化度与离子含量关系

* 地下水盐分由洛惠渠盐碱地改良试验站化验。

克/升以上;四周地下水向湖区汇聚,水量消耗全靠水面蒸发。湖水中的离子变化基本上与地下水变化一致(图6),当蒸干残余物含量在65克/升以下时, SO_4^{2-} 比 Cl^- 大,往后 SO_4^{2-} 不再增加,而 Cl^- 呈直线上升。

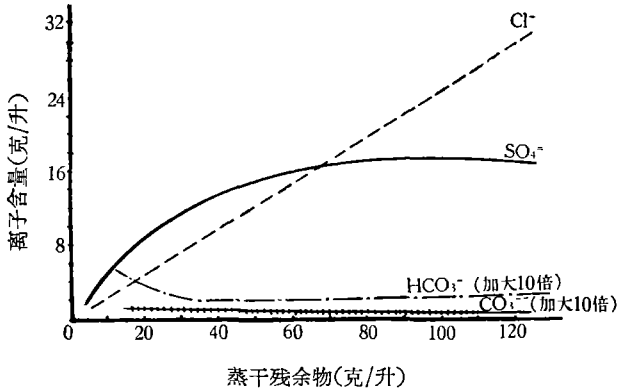


图6 湖水矿化度与离子含量关系

总括以上四个盐碱地区地下水盐分累积情况,可以说明洼地中地下水多属硫酸盐-氯化物水,洼地边缘则多氯化物-硫酸盐水。地下水的盐分累积大体可分成两个阶段,首先是氯化物-硫酸盐型水,然后盐分逐渐增加, Cl^- 增大而 SO_4^{2-} 渐渐达到其溶液饱和状态,而形成硫酸盐-氯化物型水。

三、洛惠渠灌区土壤盐分累积特点

总干渠蔡村区的土壤盐分组成(图7)以 SO_4^{2-} 占优势,但当土壤全盐量达1.4—1.5%时, SO_4^{2-} 不再增加,而 Cl^- 继续增长,并有超过 SO_4^{2-} 的趋势。 HCO_3^- 变动范围不大,介于0.8—1.5毫克当量/100克土,无 CO_3^{2-} 累积。

大坨营区的土壤盐分组成中(图8), SO_4^{2-} 一直迅速增加,在残余物含量达到1.4—

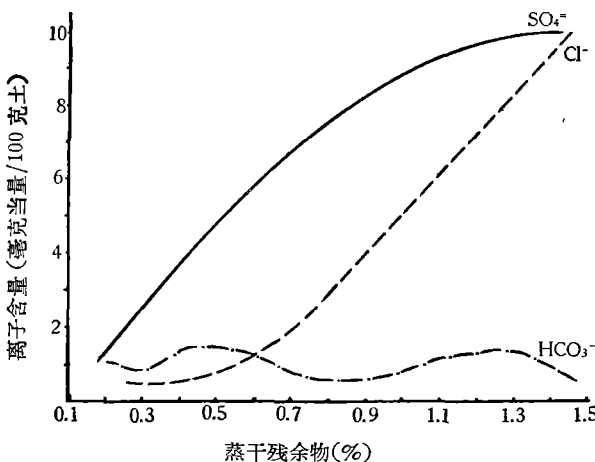


图7 总干渠蔡村区土壤盐分含量与离子关系

11.5%之后, Cl^- 的含量也开始迅速增加。 HCO_3^- 略有下降。阳离子中 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 随残余物含量增加而增加,并在阳离子中占优势。 Ca^{++} 、 Mg^{++} 含量较低,累积不甚显著。

综观全区土壤及盐结皮的盐分组成,都以硫酸盐为主,表层含量特别高。大荔农场一站附近有一个盐土剖面,因地下水矿化度很高(22克/升),土壤剖面中接近地下水的土层盐分含量也较高(图9),说明土壤盐分聚集与地下水含盐量的密切关系。

张家洼—斯罗寨区土壤盐分组成中(图10), Cl^- 的含量一直是因土壤含盐量的增加

而增加，土壤含盐量超过 1% 时， Cl^- 增长更加迅速。 SO_4^{2-} 的含量一直是比 Cl^- 少，增加也较缓慢； Ca^{++} 和 Na^+ 的含量都较高， Na^+ 的增加有逐渐减缓趋势，可能与 Ca^{++} 、 Mg^{++} 显著增加有关。

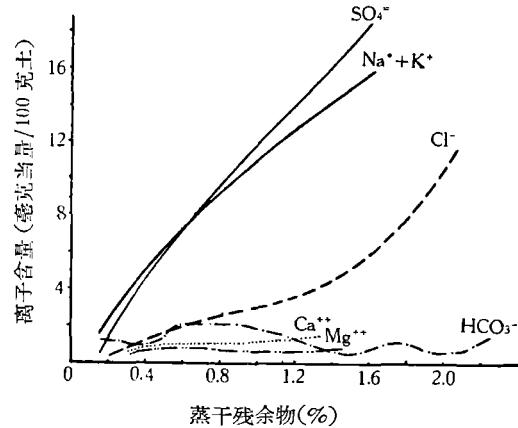


图 8 大垵营区土壤盐分含量与离子关系

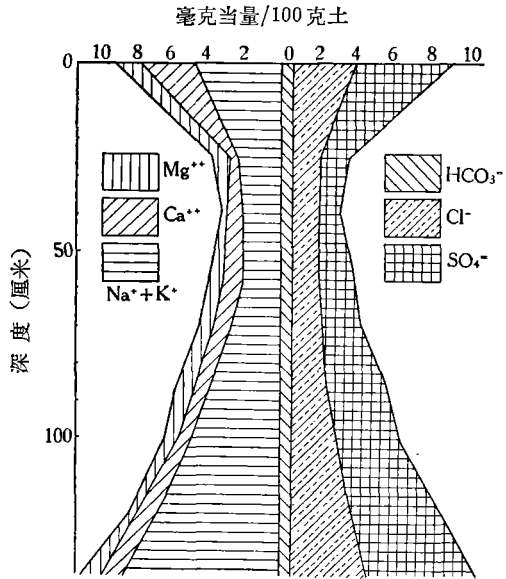


图 9 大垵营区土壤剖面盐分组成

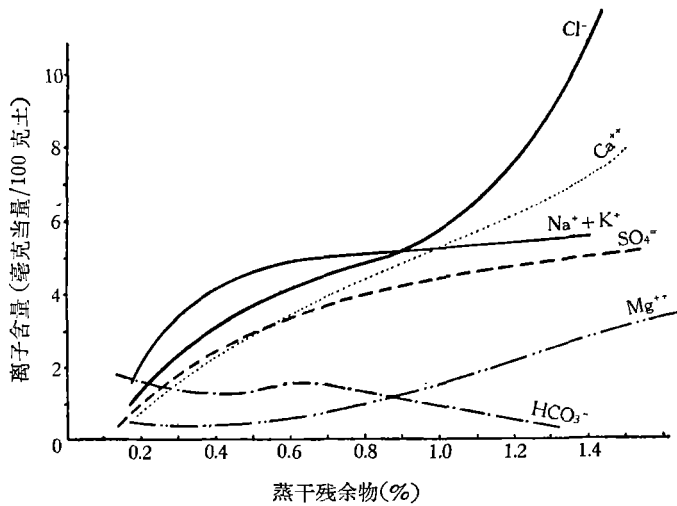


图 10 长家坡罗察区土壤盐分含量与离子关系

现以采自西小坡以南的粘质土剖面(图 11) 为例可见各离子在地表 40 厘米以上强烈积聚，尤其是 Cl^- 、 Na^+ 、 Ca^{++} 最为显著，表层含盐量可达 1.5%。

夏家庄一盐池洼一带地下水较浅，土壤盐分较高，土壤盐分组成中(图 12)， SO_4^{2-} 、 Cl^- 都随蒸干残余物含量增加而增高，但 SO_4^{2-} 比 Cl^- 含量较多。 HCO_3^- 含量较少。

由以上四个地区土壤盐分累积的特点，可以总结如下：(1)离子组成中，以 Cl^- 、 SO_4^{2-} 为主， HCO_3^- 含量不高，几无苏打(CO_3^{2-})出现。(2)灌区次生盐渍土的盐分主要累积在 0—40 厘米，特别是地表 0—10 厘米，往下变化不明显。(3)土壤盐分累积基本上与地下

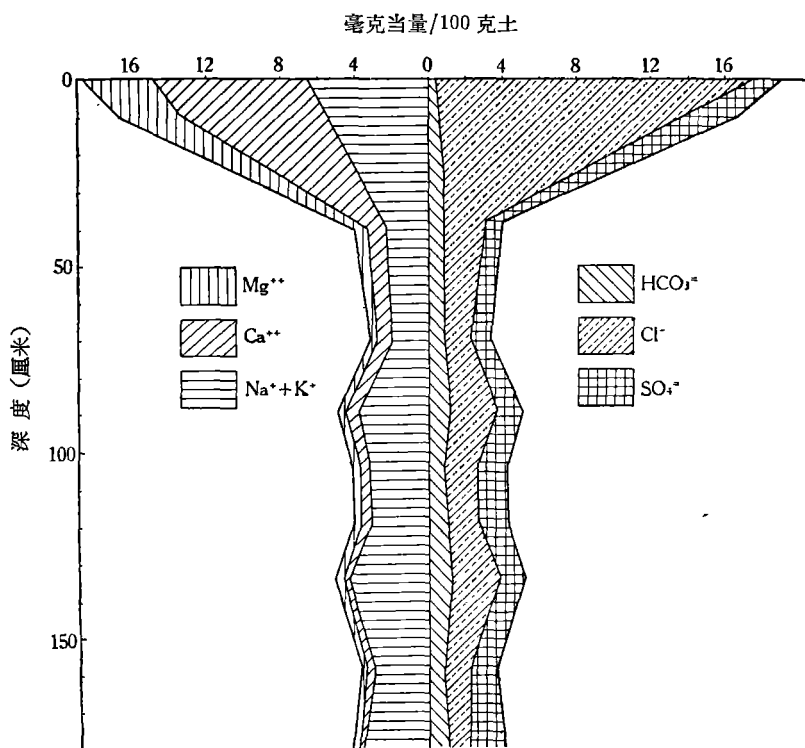


图 11 西小坡南土壤剖面盐分组成

水盐分累积是一致的。若地下水属氯化物-硫酸盐型,土壤也属氯化物-硫酸盐型;若地下水属硫酸盐-氯化物型,土壤也属硫酸盐-氯化物型。前者如大坨营区、盐池洼区;后者如张家洼—斯罗寨区。由此益见灌区土壤盐渍化是由含盐的地下水引起的。

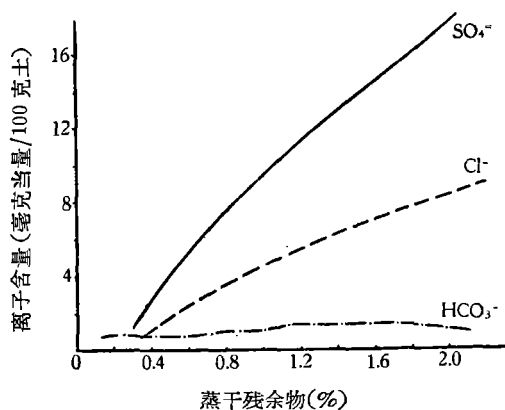


图 12 夏家洼盐池洼区土壤盐分含量与离子关系

灌区地下水和土壤中盐分的来源是个值得研究的问题,一般认为由岩石风化而产生盐类,由地下径流携带至低洼地区,经蒸发而聚积于地表产生盐化。洛惠渠灌区北濒铁镰山,地下水由北向南流,铁镰山岩石风化所形成的盐分可流至低地。从铁镰山顶打钻,取深至 40—60 米的地下水,其矿化度为 3.8—4.7 克/升,主要是硫酸盐氯化物钠镁水(表 2)。根据地质的研究,洛惠灌区位于三门湖范围之内,地层厚度达 200—300 米,仍未见基岩,而且物质组成很不一致,地质成因主要以湖相为主。根

据 180 米深钻孔混合水质分析的结果(表 2),深层地下水也会有一些盐分,对土壤盐化也起到一定的作用。

表 2 深层地下水的分析(陕西省水利厅设计院分析)

	铁镰山黄土高原	灌 区
地下水层深度(米)	40—60	180
pH	7.3	6.8
总矿化度(克/升)	4.121	0.72
离子(毫克当量/升)		
$K^+ + Na^+$	38.365	4.246
Ca^{++}	4.006	1.500
Mg^{++}	16.700	4.276
Fe^{+++}	0.002	0.0005
Fe^{++}	0.002	0.020
NH_4^+	0.003	0.00278
Cl^-	16.500	0.705
$SO_4^{=}$	33.140	1.770
HCO_3^-	9.438	5.616
$CO_3^{=}$	—	1.98
NO_2^-	—	0.001

参 考 文 献

- [1] 赵置,邓国诞:排水地段地下水水盐动态。土壤通报,3期,44—49页,1961。
 [2] В. А. 柯夫达(席承藩等译):盐渍土的发生与演变(上册)。科学出版社,1957。
 [3] 王芸生等:对三门系地层时代及成因的几点认识。地质学报,39卷2期,167—187页,1959。

ВТОРИЧНОЕ ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ И СОЛЕНАКОПЛЕНИЕ В ОРОШАЕМОМ РАЙОНЕ ЛОХУЭЙ

Дэн Го-дань

(Северо-западный институт гидротехники)

Резюме

1. Распространение засоленных почв в орошаемом районе Лохуэй бывает следующих типов: по магистральным и распределительным каналам, на участках соприкосновения террас с террасами; по перифериям низин и берегам рек.

2. Главнейшими типами соленакопления в грунтовых водах орошаемого района Лохуэй являются сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный. В составе анионов содержится больше Cl^- и $SO_4^{=}$ и меньше HCO_3^- и $CO_3^{=}$, а в составе катионов преобладают $Na^+ + K^+$.

3. Почвы и грунтовые воды в орошаемом районе Лохуэй имеют одинаковый тип соленакопления, господствуют $NaCl$ и Na_2SO_4 как в почвах, так и в грунтовых водах.

4. Накопление растворимых солей в подземных водах происходит за счет питания орошаемого района подземным потоком, истекающим от лессового плато, и вертикального передвижения подземных вод из нижних горизонтов к верхним.