

表层盐化土壤区咸水灌溉试验研究

张永波

(太原工业大学, 030024)

王秀兰

(山西省煤炭工业学校, 030031)

摘要

本文通过田间咸水灌溉试验, 研究在不同咸水灌溉条件下, 运城盆地湖区灌区土壤盐运移规律及其对农作物产量的影响, 进一步探讨表层盐化土壤区咸水灌溉适宜的灌溉制度。研究表明: 灌区咸水适宜的灌溉定额为 825—975 米³ / 公顷, 灌区上游矿化度小于 3 克 / 升的微咸水适宜的灌水次数为 4 次; 灌区中游矿化度 3—5 克 / 升的咸水适宜的灌水次数为 2—3 次; 灌区下游矿化度 5—7 克 / 升的咸水灌水次数最多不能超过 1 次。该研究结果为灌区土壤盐渍化的防治和地下咸水的合理开发利用提供了依据。

关键词 咸水灌溉试验, 水盐运移, 土壤含盐量, 脱盐率

湖区灌区位于山西省运城盆地的西南端, 灌区面积 236.2 平方公里, 农业人口 6.9 万人, 耕地 1.8 万公顷。近年来由于地面来水减少, 每年实际泡地播种面积约 1.1 万公顷, 作物出苗后无河水灌溉。70 年代初开始大量开采地下咸水灌溉农作物, 地下水带入农田的盐分造成土壤次生盐渍化, 使农作物由最初的增产变为减产, 且问题日趋严重。70 年代末, 湖区下游矿化度 7 克 / 升以上的井水停止灌溉, 调节部分河水解决长期一次灌水, 保证一定产量, 但因水量有限, 每年只能灌溉 0.4 万公顷, 灌区内矿化度小于 7 克 / 升的咸水仍要继续用于灌溉。利用咸水灌溉, 灌溉定额太小, 不能满足作物需水要求; 灌溉定额太大, 带入田间的盐分又将造成土壤的次生盐渍化^[2-4]。因此, 有必要研究在不同咸水灌溉条件下土壤盐分变化规律及对产量的影响, 从而确定适宜的咸水灌溉制度。

1 试验区概况

湖区灌区水土条件复杂, 灌区地下水水质及土壤含盐量差异较大, 形成不同的农业生产条件, 需因水、因地制宜采取不同措施, 指导生产, 以此划分为三个类型区。试验区基本情况见表 1, 各类型区分布情况见图 1。

近年来, 由于地下水的大量开采, 灌区内地下水位埋深普遍在 6.0m 以下, 蒸发浓缩

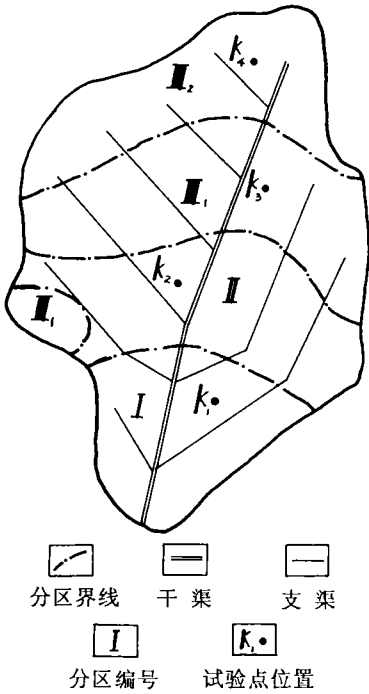


图1 试验区渠系分布、试点布置及分区图

Fig.1 Channel system distribution, test point arranging and regionalization of test area

表1 试验区基本情况

Table 1 Basic properties of the test area

分区编号 Area No.	土壤质地 Soil texture	土壤含盐量 0—60cm Soil salt content (%)	盐土类型 Soil type
I	轻沙壤土	0.17—0.31	硫酸盐盐土
II	轻壤土	0.33—0.57	氯化物硫酸盐盐土
III ₁	沙壤土	0.62—0.84	氯化物硫酸盐盐土
III ₂	沙壤土夹粘土	0.68—1.10	氯化物硫酸盐盐土
分区编号 Area No.	地下水化学类型 Chemical type of ground water	矿化度 Mineraliation degree (g/L)	
I	SO ₄ Cl—CaNa	1—3	
II	ClSO ₄ —CaNa	3—5	
III ₁	ClSO ₄ —CaNa	>5	
III ₂	ClSO ₄ —CaNa	>5	

作用微弱，土壤积盐过程主要是咸水灌溉淋滤作用的结果^[3]。

2 试验设计及方法

依据湖区水土条件及生产水平，在每种类型区分别定点试验(试验选点如表2)，各试验地块面积约0.12公顷。试验从1988年3月开始，到1991年7月结束。

试验地头年小麦收后均未耕翻，储灌前施农家肥60—90米³/公顷，储灌后结合犁地施底肥碳酸氢铵300—375公斤/公顷，苗期灌头水时施硝酸铵150—225公斤/公顷。试验小麦品种为“墨巴六六”，播种量300—375公斤/公顷。试验地采用小畦(3×50m)灌水，灌溉制度依当地习惯，每年早春用河水储灌安种，作物生长期井水灌溉，灌溉制度见表2。

每年播种前河水储水灌溉前后测定土壤含盐量，分析储灌洗盐效果。小麦收割后再次测定土壤含盐量并取样化验，研究井水灌溉后全年盐分变化情况。土壤含盐量采用DDS-11A型电导仪测定，实际采样深度为5、10、20、40、60cm五层。

3 结果及分析

3.1 土壤盐分变化

3.1.1 储水灌溉前后土壤盐分变化 四个试验点每年三月份用河水(矿化度小于1.0

表 2 试验区灌溉制度实施表

Table 2 Irrigation system of the test area

分区编号 Area No.	试点位置 Locality	年份 Year	储水灌溉 Irrigation before seeding		苗水灌溉 Irrigation at seeding stage	
			水源类型 Water source type	定额 Quota (m ³ /ha)	水源类型及灌水次数 Water source type and times of irrigation	定额 Quota (m ³ /ha)
I	K ₁ 孙常村西	1988	地表水	2700	地下水 2 次	1950
		1989	地表水	2700	地下水 3 次	2925
		1990	地表水	2700	地下水 4 次	3900
		1991	地表水	2700	地下水 5 次	4875
II	K ₂ 伍村西南	1988	地表水	3150	地下水 4 次	3600
		1989	地表水	3150	地表水 1 次, 地下水 2 次	3000
		1990	地表水	3150	地下水 3 次	2700
		1991	地表水	3150	地表水 1 次, 地下水 2 次	3000
III ₁	K ₃ 陈村东北	1988	地表水	3600	地下水 2 次	1650
		1989	地表水	3600	地表水 1 次, 地下水 1 次	2325
		1990	地表水	3600	地表水 2 次, 地下水 1 次	3825
III ₂	K ₄ 三张村北	1989	地表水	3600	地表水 1 次, 地下水 1 次	2325
		1990	地表水	3600	地表水 1 次	1500
		1991	地表水	3600	地表水 2 次	3000

克/升)泡地储水灌溉, 储水灌溉后各点四年资料(0—60cm)均属脱盐(见图 2)。K₁点土壤脱盐率 24.5—33.6%, 储灌后土壤含盐量 0.161—0.197%; K₂点土壤脱盐率 27.8—32.6%, 储灌后土壤含盐量 0.362—0.464%; K₃点土壤脱盐率 28.1—31.4%, 储灌后土壤含盐量 0.482—0.553%; K₄点土壤脱盐率 20.7—30.1%, 储灌后土壤含盐量 0.512—0.578%。根据播种出苗情况观察与土壤盐分对照, 储水灌溉后 0—60cm 土壤含盐量小于 0.60%, 均可保证小麦正常出苗生长。

3.1.2 储水灌溉前与小麦收割后土壤盐分年度变化 试验点播前经河水储水灌溉而脱盐, 又经作物生长期井水灌溉而输入盐分(0—60cm), 形成土壤盐分变化的一个年度周期(见图 2)。从储水灌溉前与小麦收割后土壤盐分年度变化来看: K₁点 88—90 年土壤脱盐率 9.9—11.2%, 小麦收割后土壤含盐量 0.207—0.235%; 91 年土壤积盐率 4.9%, 小麦收割后土壤含盐量 0.258%。K₂点 88 年和 90 年土壤积盐率 4.5—14.2%, 小麦收割后土壤含盐量 0.561—0.619%; 89 年和 91 年土壤脱盐率 14.6—20.2%, 小麦收割后土壤含盐量 0.51—0.513%。K₃点 88 年土壤积盐率 6.6%, 小麦收割后土壤含盐量 0.744%; 89—90 年土壤脱盐率 11.8—34.7%, 小麦收割后土壤含盐量 0.461—0.678%。K₄点 89 年土壤积盐率 2.1%, 小麦收割后土壤含盐量 0.746%; 90—91 年土壤脱盐率

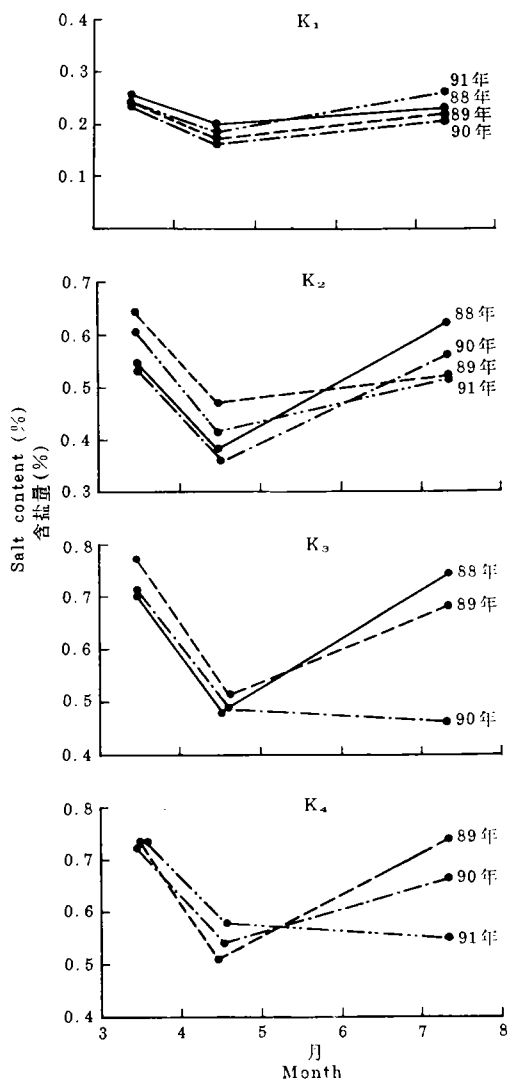


图2 各试点0—60cm土壤盐分年度变化

Fig.2 Annual changes of soil salt at plot K₁-K₄ (0—60cm)

灌水定额为 900 米³/公顷, 隔年有 1 次河水灌溉兼压盐, 灌水定额为 1200 米³/公顷。实行咸、淡轮灌制度, 减轻土壤积盐。

K₃ 点 88 年苗期灌井水 2 次, 粮食产量 2142.3 公斤/公顷; 89 年和 90 年苗期灌河水 1 次和 2 次, 井水 1 次, 粮食产量分别为 2409.0 和 2900.3 公斤/公顷, 比 88 年分别增产 12.5% 和 35.4%, 90 年比 89 年增产 20.4%。因此, K₃ 点苗期井水灌溉以 1 次为宜, 灌水定额为 825 米³/公顷。每年增加 1—2 次河水灌溉兼压盐, 灌水定额为 1500 米³/公顷。

K₄ 点 89 年苗期灌河水 1 次, 井水 1 次, 粮食产量为 2060.5 公斤/公顷; 90 年和 91 年分别灌河水 1 次和 2 次, 粮食产量分别为 2209.5 和 2593.3 公斤/公顷, 比 89 年分别增

14—24.8%, 小麦收割后土壤含盐量 0.533—0.578%。

3.1.3 土壤盐分(储灌前)多年变化趋势

由图 3 可知, 储灌前土壤含盐量(0—60cm)多年呈波动状态, 无明显积盐趋势。土壤含盐量波动范围, K₁ 点为 0.233—0.261%, K₂ 点为 0.537—0.643%, K₃ 点为 0.698—0.769%, K₄ 点为 0.729—0.762%, 土壤次生盐渍化得到缓解。

3.2 咸水灌溉与粮食产量关系分析

粮食产量与咸水灌溉制度及生长期土壤含盐量有关^[1]。粮食产量逐年变化见图 4。K₁ 点 88—91 年苗期灌井水 2—5 次, 粮食产量逐年增长, 分别为 3264.8、3852.8、4200.0 和 4217.0 公斤/公顷。89 年比 88 年增产 18.0%; 90 年比 89 年增产 9.0%; 91 年灌井水 5 次, 小麦收割后土壤积盐, 影响作物生长, 粮食产量仅比 90 年增长 0.4%。从经济效益和土壤盐分积累对比分析, K₁ 点苗期井水灌溉次数以 4 次最佳, 灌水定额 975 米³/公顷。

K₂ 点 88 年和 90 年苗期灌井水 4 次和 3 次, 粮食产量分别为 2747.8 和 2986.5 公斤/公顷, 90 年比 88 年增产 8.7%; 89 年和 91 年苗期灌河水 1 次, 井水 2 次, 粮食产量分别为 3101.3 和 3117.0 公斤/公顷, 比 88 年分别增产 12.9% 和 13.4%, 比 90 年分别增产 3.7% 和 4.4%。因此, K₂ 点苗期井水灌溉次数以 2—3 次为宜,

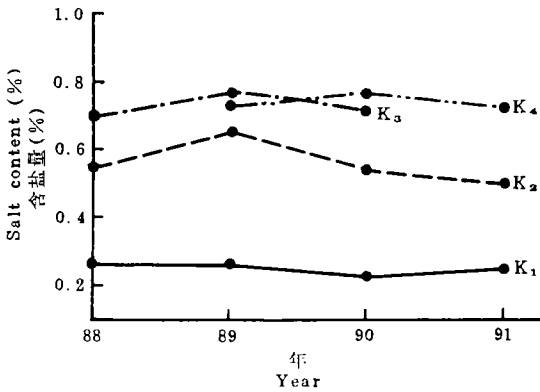


图3 0—60cm 土壤盐分(储灌前)多年变化

Fig.3 Yearly changes of soil salt before irrigation (0—60cm)

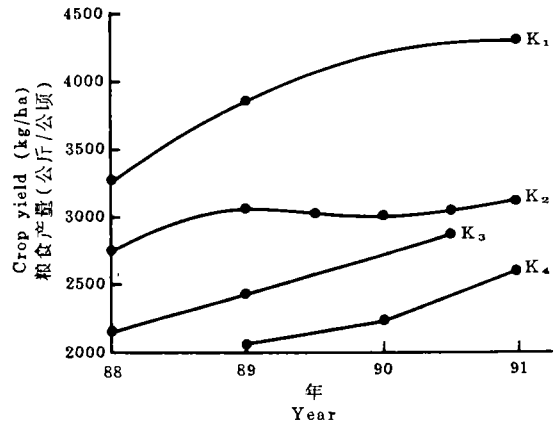


图4 粮食产量逐年的变化

Fig.4 Yearly changes of food crop yield

表3 试验区咸水灌溉实际调查资料

Table 3 Investigation data of salt water irrigation of test area

分区编号 Area No.	调查点位置 Locality	调查年份 Year	储水灌溉定额 Quota of irrigation before seeding (m ³ /ha)	苗水灌溉 Irrigation at seeding stage		小麦产量 Wheat yield (kg/ha)
				水源类型及灌溉次数 Water source type and times of irrigation	定额 Quota (m ³ /ha)	
I	孙常村	1978	2625	地下水 5 次	4725	4231.7
		1989	2730	地下水 4 次	3900	4296.3
		1990	2775	地下水 3 次	2835	3784.1
II	伍村	1986	3075	地下水 4 次	3720	2621.6
		1988	3150	地下水 3 次	2790	2952.3
		1990	3105	地表水 1 次, 地下水 2 次	3060	3140.9
III ₁	陈村	1984	3600	地下水 2 次	1800	2083.2
		1989	3375	地表水 1 次, 地下水 1 次	2280	2369.1
III ₂	三张村	1982	3450	地表水 1 次, 地下水 1 次	2400	1934.5
		1988	3450	地表水 1 次	1425	2183.7

长 7.2% 和 25.9%，91 年比 90 年增长 17.4%。K₄ 点 0—60cm 土层因有 20cm 厚粘土夹层，土壤透水性差，不利于水溶性的盐分淋洗下渗，因此，不能利用高矿化的咸水灌溉，每年苗期可配给 1—2 次河水灌溉兼压盐，灌水定额为 1500 米³/公顷，可保证一定产量。

从当地近几年咸水灌溉的实践来看(见表 3)：若咸水灌溉定额和咸灌试验结果相符，则既可基本满足小麦对土壤水分的需求，又不致因灌水带入田间的盐分过多，使小麦生长受到抑制，可得到较好的收成；若咸水灌溉定额低于或高于咸灌试验结果，则不是受干旱影响，就是受盐害的影响，使小麦产量降低。

4 小 结

1. 利用咸水(小于7克/升)灌溉的关键是每年播前灌1次较大定额(2700—3600米³/公顷)的河水储灌压盐,使0—60cm土层脱盐20.7—33.6%,土壤含盐量维持在0.60%以下,以保证小麦正常出苗生长。因此改进储水灌溉的用水管理,认真耕翻和平整土地,提高灌水技术和质量,发挥储灌压盐效果是利用咸水灌溉的基础^[2,3]。

2. 小麦生长期利用咸水灌溉在土地平整、灌水均匀的条件下,井水灌溉定额应在825—975米³/公顷。I类地区灌水次数以4次为宜;II类地区除井灌2—3次外,隔年增加1次小定额(1200米³/公顷)河水灌溉兼压盐;III类地区井水灌溉最多1次(III₁)或根本不能利用(III₂),每年需配给1—2次小定额(1500米³/公顷)河水灌溉兼压盐。

3. 对于咸水灌溉的不利影响,要求采用其它农业增产措施予以消除,如合理耕作、倒茬轮作、套种绿肥作物、选用优良品种、增施有机肥,合理施用化肥等^[3]。

参 考 文 献

1. 黎庆维, 1986: 土壤学与农作学, 水利水电出版社。
2. 俞仁培主编, 1985: 土壤水盐动态和盐碱化防治, 科学出版社。
3. 单光宗, 1985: 干旱及半干旱地带灌区土壤次生盐渍化及其防治, 土壤学进展第1期, 1—8页。
4. Wand X. F. W. R. You and Z. Q. Wang, 1991: Salt water dynamics in highly salinized topsoil of salt-affected soil during water infiltration. *Pedosphere* 1: 315—323.

SALT WATER IRRIGATION IN AREA WITH A SALINIZED SURFACE SOIL HORIZON

Zhang Yongbo

(*Taiyuan University of Technology, 030024*)

Wang Xiulan

(*Shanxi Coal Industry School, 030031*)

Summary

A salt water irrigation test was carried out to study soil salt-water dynamics and its effect on crop yields under conditions of different salt water irrigation systems and to further study the suitable system of salt water irrigation in the Huqu irrigation area of Yuncheng Basin. The results show that the suitable quota of salt water irrigation ranged from 825 to 975 m³ /ha and the suitable irrigation was 4 times in the area with a mineralization degree changing from 1 to 3 g /L, 2 ~ 3 times in the area with a mineralization degree ranging from 3 to 5 g /L, and 1 time in the area with a mineralization degree ranging from 5 to 7 g /L.

Key words Salt water irrigation, Salt-water dynamics, Salt content of soil, Desalinization ratio