

背河洼地土壤水盐动态研究*

裴钟源 刘君阁

(郑州工学院水环系)

摘 要: 本文通过盐分传感器对背河洼地土壤水盐动态进行实地、定点、定时测定, 获得地下水位与地下水矿化度和土壤含盐量的季节性变化规律, 以及地下水矿化度与电导率的相关性, $r=0.955$, $y=0.0011x+0.24$ 。对该地区的农业生产持续地发展具有一定的指导作用。

关键词: 土壤水盐动态, 地下水矿化度, 相关性, 电导率

中图分类号: S151

沿黄河两岸背河洼地, 广泛分布着不同程度的盐渍化土壤。近年来, 由于引黄灌溉的发展, 大面积种植水稻, 土壤的盐渍化趋于下降的趋势, 农业生产有了大幅度的提高。但这些地区, 受黄河高河床高水位的影响, 地下水位高, 加以地势普遍低洼泄水困难, 土壤毛细管水蒸发强烈, 盐分在土壤表层积累速度快, 因此土壤盐渍化并未彻底消除。同时, 随着盐渍土的改良和灌溉农业的发展, 利用了部分低矿化碱性水灌溉, 在此情况下, 能否引起土壤的次生碱化, 也是一个值得注意的动向。

根据省黄淮海平原农业开发“以改造中低产田为重点”的指导思想, 为促进背河洼地治理开发示范区的顺利进行, 摸索探讨背河洼地土壤水盐运动规律动态, 为今后采取针对性的治理途径, 改变该地区的农业生产, 使农业生产持续地得到发展, 均具有一定的生产意义和理论价值。

我们从 1990 年春到 1991 年春在郑州市姚桥乡背河洼地的土壤层中, 利用盐分传感器, 实地定点观测和室内分析。同时在小麦生育时期又对该地区的地下水水质进行了普遍采样、分析, 试图对该地区的地下水水质进行评价。现将试验结果整理如下。

1 试验方法及供试土样

于郑州市姚桥乡背河洼地, 选定有代表性的耕地中度盐渍化土壤两处。自 1990 年 4 月开始至 1991 年 7 月结束, 进行全年野外定点、定层、定期观测 (每隔 5 天一次), 在

* 姚桥乡李雪喜同志参加部分室内外工作

收稿日期: 1993-11-04

5cm, 20cm, 40cm, 60cm, 100cm 处安装盐分传感器, (见图 1), 以观测土壤溶液的电导率, 从而了解土壤盐分的变化状况, 同时每月采土样一次, 采样深度分别为 0-5cm, 5-20cm, 20-40cm, 40-60cm, 60-100cm, 按 1:5 土水比提取水浸液, 分别分析测定可溶盐类离子: CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Ca^{2+} 等含量。在定点观测处旁还设置地下水位观测井, 在观测土壤盐分传感器电导率的同时进行测定地下水位和地下水的电导率, 并采集水样室内进行 CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Ca^{2+} 可溶性盐类离子的测定。

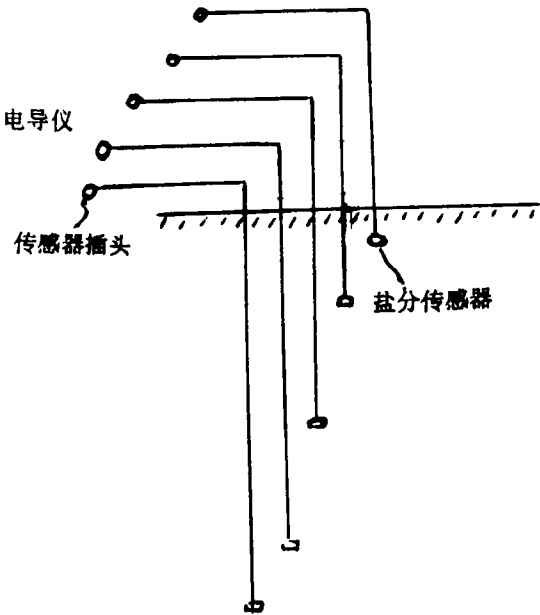


图 1 盐分传感器观测示意图

表 1 观测土壤的机械组成

编 号	土 层 深 度 (cm)	各级颗粒含量(%)							质 地
		(1-0.25) (mm)	0.25-0.05 (mm)	0.05-0.01 (mm)	0.01- 0.005 (mm)	0.005- 0.001 (mm)	<0.001 (mm)	<0.01 (mm)	
1	0-5	4.00	18.20	60.67	6.07	4.04	7.02	17.13	壤砂土
	5-20	5.84	16.21	60.79	6.08	2.02	9.06	17.16	
	20-40	6.31	10.15	60.48	2.02	3.02	10.02	15.06	
	40-60	8.41	22.15	52.27	4.14	4.03	9.00	17.17	
	60-100	12.45	46.32	20.20	2.01	2.02	9.00	13.03	
2	0-5	6.22	18.16	54.49	6.05	4.04	11.04	21.13	轻壤土
	5-20	4.20	10.09	64.50	0.07	3.03	10.03	21.13	
	20-40	1.80	10.12	54.66	10.12	8.10	15.12	33.34	
	40-60	1.98	10.12	60.73	4.15	4.05	11.07	19.27	
	60-100	0.00	8.05	60.75	6.07	5.06	12.07	23.20	

由上表 1 可知, 0.05-0.01mm 一级颗粒, 占各级颗粒总量的 50% 以上, 土壤质地分别为壤砂土和轻壤土, 说明该种土壤毛细管作用强烈毛管水上升速度快且高。

表 2 供试土样土壤可溶性盐分含量

项目 土层(cm) 编号	可溶盐分含量%					土 壤 类 型
	0-5	5-20	20-40	40-60	60-100	
1	0.124	0.131	0.127	0.091	0.085	氯化物硫酸盐盐土
2	0.398	0.245	0.187	0.166	0.115	硫酸盐氯化物盐土

土壤浸提液无酚酞反应, 根据盐分组成划分 (易溶性盐中的主要阴离子的相对含量 $\text{me}/100\text{g}$ 土), 表 2 中 1 号土为氯化物硫酸盐盐土 (旱作), 2 号土为硫酸盐氯化物盐土, 分布在地势较高的二坡地 (旱作)。

2 试验结果分析及讨论

2.1 地区全年降水量分布状况;

90.4.-91.3.全年降水量共计 699.1mm, 其中 6、7、8 三个月共降水 402.4mm 占全年降水量的 57.56%, 10、11、12、1、2 五个月共降水 71.5mm, 占全年降水量的 10.23%, 全年降水量最高月为 6 月, 降水 181.0mm, 降水量最低月为 10 月, 降水 0.9mm。

2.2 地下水位与矿化度的季节性变化

从 1990 年 5 月至 1991 年 4 月对 1[#]、2[#]观测井, 每隔 5 天进行地下水位与地下水电导率的测定, 再把每月这 6 次的测定值, 取其均值绘制图表整理如下:

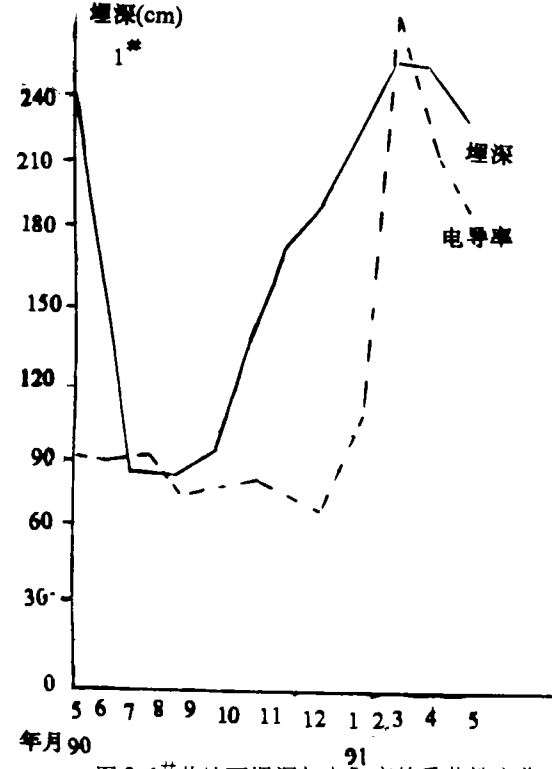


图 3 1[#]井地下埋深与电导率的季节性变化

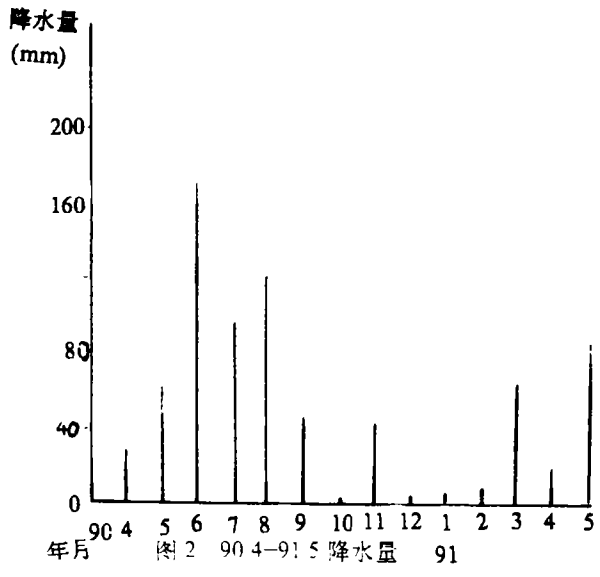


图 2 90.4-91.5 降水量

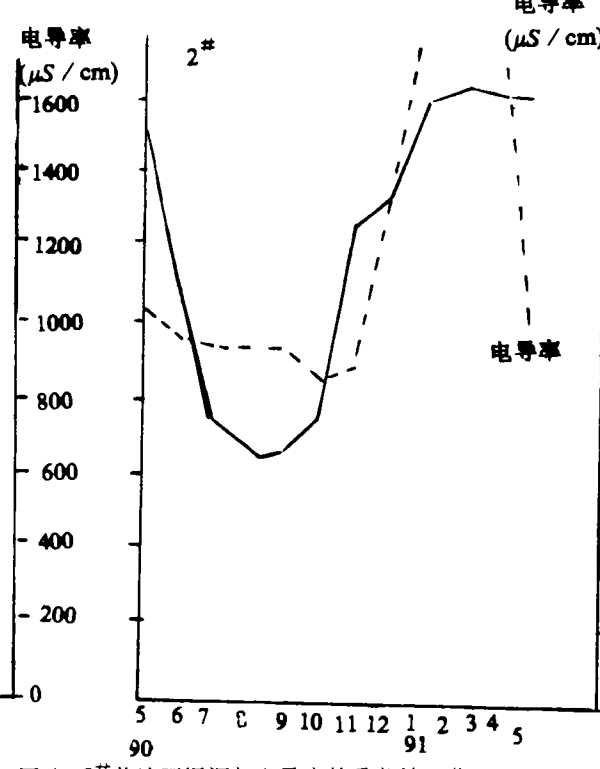


图 4 2[#]井地下埋深与电导率的季节性变化

全年地下水位低谷出现在 2-5 月, 约为 220-250cm, 地下水位高峰出现在 7-9 月, 约为

80—90cm，很明显，全年地下水位出现一波峰，一波谷。5 月—7 月地下水位逐渐上升，9—3 月地下水位又逐渐下降。而地下水的电导率由 5 月开始下降至 11 月急剧上升，至翌年 2 月又开始下降。地下水位的上升下降与电导率的下降上升有着明显的相关性，对地下水矿化度的测定，也说明了这一点。地下水位的下降，促使了可溶盐的浓缩，集中，因此电导率有所提高。从 1 号，2 号观测井地下水的水位与电导率的测定量，其变化趋势基本相似。

2.3 地下水矿化度与电导率的相关性

地下水电导率的大小，直接反映了地下水矿化度的高低，根据对小麦生育期不同地点灌水井，52 个水样的电导率与相应矿化度测定的结果进行统计分析，可得出二者的相关性，整理如下：

表 3 地下水矿化度与电导率的测定值

序号	矿化度 g / L	电导率 $\mu\text{S} / \text{cm}$	序号	矿化度 g / L	电导率 $\mu\text{S} / \text{cm}$
1	1.04	864	6	1.27	963
2	0.86	642	7	0.97	737
3	0.84	642	8	1.52	1130
4	1.40	975	9	1.13	737
5	1.19	921	10	0.69	449
11	0.86	560	32	1.17	867
12	1.4	980	33	1.34	1074
13	2.08	1736	34	1.28	957
14	1.39	1027	35	1.28	920
15	1.48	1111	36	1.32	1051
16	1.19	943	37	1.86	1609
17	1.39	1074	38	1.64	1169
18	1.20	783	39	1.00	717
19	1.06	724	40	0.93	658
20	1.28	810	41	1.17	848
21	1.18	760	42	1.14	848
22	1.36	871	43	1.44	1082
23	0.89	548	44	1.25	910
24	0.91	731	45	1.69	1223
25	1.15	974	46	1.18	897
26	1.31	1011	47	1.12	823
27	1.56	1212	48	1.28	1068
28	0.95	646	49	1.30	1065
29	1.01	670	50	1.25	945
30	0.99	731	51	1.16	890
31	0.55	446	52	1.42	1099

回归直线方程: $y = 0.0011x + 0.24$

(y—矿化度 x—电导率)
相关系数 $\gamma=0.955$
从 $\gamma=0.955$ 可知, 电导率与矿化度成正相关, 而且相关性很好。这样从地下水电导率的测定值, 直接代入回归方程就可算出地下水的矿化度, 可省确烦琐的矿化度测定手续。

2.4 土壤含盐量的季节性变化

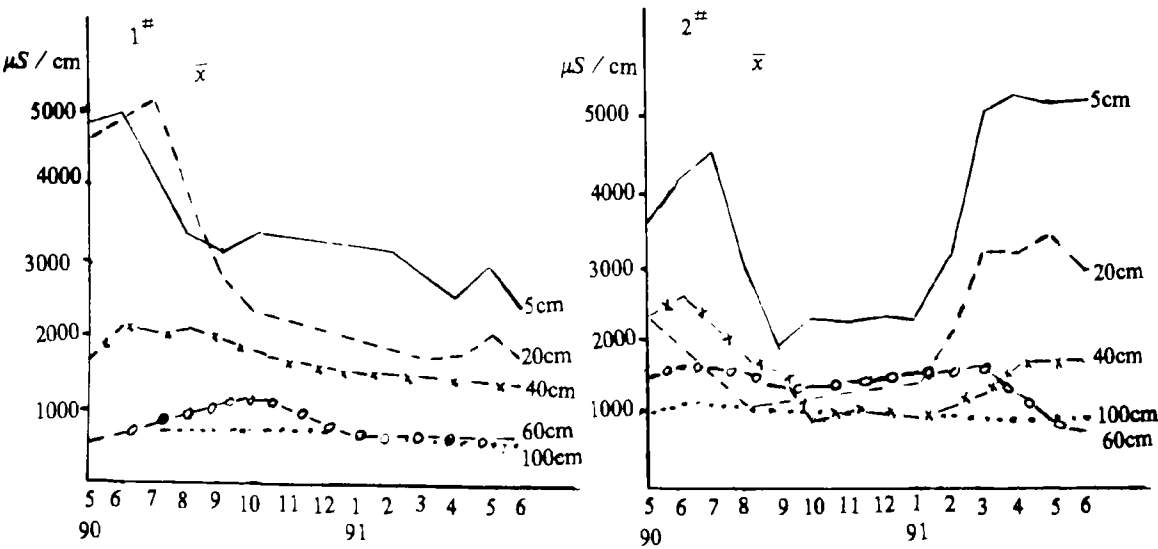


图5 1号点土壤含盐量的季节性变化 图6 2号点土壤含盐量的季节性变化

由图5、图6土壤含盐量的季节性变化可知
①土壤含盐量呈表层积盐现象, 盐分在不同土层的含量, 是表层高于底层, 具有明显的丁字型分布。
②40cm以下土层, 可溶盐季节性变化不大, 而5cm和20cm土层季节性变化较大, 表层变化更剧烈。
③一年中土壤含盐量最高出现在4-5月, 此时正值全年地下水下降至最低时期, 也是地下水矿化度年最高值延后1-2个月的时期。7月后土壤盐分开始下降, 这与雨季有关, 至9月趋于稳定状态。

2.5 地下水位, 地下水电导率和土壤可溶盐变异分析:

地下水位, 地下水电导率和土壤可溶盐各因子的变异程度大小由各因子变异系数(CV)来表示, 整理如下:

- 由表4可看出:
- ① 地下水位与土壤可溶盐在月内的变异比地下水电导率的变异要大。
 - ② 地下水位自6月份开始变化较大, 直至10月。11月份后变化开始平稳, 直至翌年的4月。
 - ③ 土壤可溶盐5、6、7、8四个月变化较大, 9月份后开始趋于平稳。

④ 土壤可溶盐，表层变化大，底层变化小，尤其在 5、6、7 三个月更为明显。

2.6 浅层低矿化地下水水质评价

郑州市姚桥乡属黄淮海平原黄河浸润盐渍区，该乡 81 年开始种植水稻，当时植稻面积仅占可耕地面积的 12.7%，到 90 年，植稻面积占可耕地面积上升至 79.8%，其中的 90%为引黄灌溉。亩产量由 81 年的 593 斤到 90 年上升至 790 斤，增产 33.4%。引黄放淤，种植水稻是本地区改良盐渍土、提高农业生产的根本途径。

目前该地区仍有 10%的种稻面积为井水灌溉，而秋季作物以井灌为主。所以对该地区地下水的水质进行评价，对农业生产具有重要意义。我们根据地下水的盐害指标，碱害指标以及综合指标的标准，对该地区的地下水水质的分析结果进行了评价，认为：该地区的地下水水质优良，属优质水，可作为农业灌溉用水，仅有很小部分地下水，在排水性能良好的轻质土壤上可用于灌溉，在一般土壤上，长期使用，如排水不畅，易引起土壤碱化，因此必须控制使用，并增施有机用料，配合其它农业措施以预防其不良影响，整理材料及评价结果见材料之二（郑州姚桥乡浅层低矿化地下水水质分析与评价）。

表 4 地下水位、地下水电导率和土壤可溶盐变异系数

年、月	地下水位	地下水 电导率	土 壤 可 溶 盐				
			5cm	20cm	40cm	60cm	100cm
90.5	0.057	0.015	0.205	0.072	0.058	0.038	0.035
6	0.556	0.028	0.306	0.210	0.065	0.045	0.078
7	0.048	0.019	0.242	0.161	0.113	0.093	0.058
8	0.175	0.033	0.092	0.118	0.086	0.103	0.023
9	0.272	0.063	0.048	0.074	0.055	0.075	0.020
10	0.185	0.016	0.046	0.032	0.038	0.050	0.015
11	0.075	0.065	—	0.036	0.009	0.038	0.038
12	0.035	0.065	—	0.040	—	0.045	0.042
91.1.	0.063	0.056	0.017	0.035	—	0.048	0.095
2	0.060	0.065	0.040	0.060	—	0.031	0.036
3	0.006	0.064	0.063	0.060	—	0.033	0.032
4	0.065	0.030	0.068	0.030	—	0.048	0.017

3 结 语

3.1 黄河两岸背河洼地，地势低洼，泄水不畅，地下水受黄河水的侧渗补给，水位高，常年处在 1-2.5m 上下，土壤受轻度或中度盐渍化。欲使地下水位降低到轻壤土不易返盐的 2.5m 以下比较困难。

3.2 引黄放淤，种植水稻是背河洼地改良土壤盐渍化，提高农业生产的根本途径。表层放淤可抑制底层轻壤土的强烈返盐，避免表层盐分的积累。种稻可利用田间的淹水灌溉使

土壤盐分向下移动、淋洗, 保证水稻的正常生长。

3.3 该区全年降水量为 681mm, 6, 7, 8 三个月共降水 402.4mm 占全年降水量的 59.09%。全年地下水位, 最低出现在 2-5 月, 最高出现在 7-9 月, 变幅 1.5m。

3.4 经小麦生育期不同地点 52 个地下水样的测定, 地下水矿化度与电导率呈很好的相关性, 其相关系数为 0.955, 一元线性回归方程 $y=0.0011x+0.24$ 。

3.5 该区土壤属轻中度盐渍化土壤, 但仍有表层积盐现象, 盐分在土层中明显地呈丁字型分布。表层盐分季节性变化明显, 40cm 土层以下, 盐分季节性变化不显著。一年中土壤含盐量最高峰出现在 4-5 月, 7 月份后土壤盐分开始下降至 9 月趋于稳定状态。

3.6 该区地下水水质, 绝大部分为优质水, 可作为农业灌溉用水, 土壤不会产生次生碱化现象, 极少数低矿化碱性水, 在排水不畅的一般土壤上不能长期使用, 否则易引起土壤碱化, 必须控制使用。

参 考 文 献

- (1) 尤文瑞, 孟繁华等. 蒸发条件下非饱和粉砂壤土水盐动态, 土壤水盐动态和盐碱化防治, 科学出版社, 1987.1-14
- (2) 尤文瑞, 肖振华等. 水分入渗条件下粉砂壤土水盐动态, 土壤水盐动态和盐碱化防治. 科学出版社, 1987 15~23.
- (3) 娄溥礼. 土壤积盐与地下水关系分析. 水利学报(3) 1964,1-12.
- (4) 宗荣华等. 黄河浸润盐渍区的治理, 土壤学报(18)1981 300~304.

Study of salt-water Dynamic Regime in Soil on Low Ground of Back River

Pci Zhongyuan

(Zhengzhou Institute of Technology)

Abstract: In this article, by using salt-sensing unit on the spot, pinpoint and at regular time to determine the salt-water dynamic regime in the soil low ground of back river. Law of seasonal change is obtained that the water table and mineralization degree of ground water and soil's salinity, so are the correlation between the mineralization of ground water and the conductivity. there are certainly directive function for the development of the agroproduction in these regions.

Keywords: salt-water dynamic regime in soli, mineralization degree of ground water, correlation, conductivity