

碱性低矿化地下水灌溉对土壤碱化的影响*

孟昭甫 俞仁培 王遵亲

(中国科学院南京土壤研究所)

黄淮海平原是我国最大的冲积平原,也是重要的农业产区。过去由于受旱、涝、盐碱等自然灾害的影响,长期以来农作物产量低而不稳。自六十年代中期以来,采用井灌井排等措施综合治理黄淮海平原,已取得了显著的成效^[1]。但随着土壤次生盐渍化大面积的消除,不少地方,土壤碱化却逐渐有所发展。这除了在盐渍土改良利用过程中,由于水利及农业生物措施未能恰当配合,而使土壤发生碱化外,用碱性低矿化地下水灌溉^[2,3],也是引起土壤碱化的重要原因。因此查明碱性低矿化地下水灌溉与土壤碱化的关系,对充分利用地下水资源,防治土壤碱化和提高农业生产,具有很大的生产意义和理论价值。

国内外对于灌溉水质的评价,早期都集中注意灌溉引起土壤的次生盐化问题,因而着重考虑灌溉水的矿化度^[7]。随后,由于使用碱性低矿化水灌溉引起土壤次生碱化,从而开始考虑灌溉水的离子组成^[10],主要是钠离子^[4,6,9],碳酸根和重碳酸根离子^[5, 8],提出了碱害指标。除了考虑易溶性钠百分率(SSP)外,更注意了残余碳酸钠(RSC)、钠吸附比(SAR)、一价与二价阳离子比值(SDR)。在应用不同水质水进行灌溉对土壤理化性质以及生产力的影响方面,进行过不少试验研究,取得了一些有价值的结果。

我们针对黄淮海平原采用井灌井排措施以来,土壤碱化有所发展的趋势,进行了室内土柱模拟灌溉试验,证实了在黄淮海平原应用碱性低矿化地下水进行灌溉,如措施不当,将会导致土壤发生次生碱化。并初步探讨了土壤质地对碱化的影响以及碱性低矿化水水质的改良问题。

一、材料和方法

供试土样采自江苏省铜山县,为黄河沉积物上发育的轻壤质潮土和粘质潮土,物理性粘粒(<0.01毫米)含量分别为19.6%和68.0%。土壤的化学性质见表1。供试水样分别采自山东省定陶、禹城,江苏省铜山,河南省封丘,水质分析结果列于表2。

试验是将通过18号筛孔的风干轻壤土和粘土分别装入高35厘米,内径为5.5厘米的玻璃管中,玻管下端以滤纸包扎,透水良好,管柱上面用红外灯照射蒸发。

灌水量采用当地丰产小麦的灌溉制度,整个小麦生育期灌水6次,灌水定额为42方/亩,折合每管每次应灌水150毫升,每次灌水落干后,用红外灯照射至土壤表面发白变干,再进行下一次灌溉。

每种供试水样对不同质地土壤的灌溉作三个处理,即灌溉一年(灌6次)、三年(灌18次)和五年(灌30次)。灌溉结束,卸管分层(0—5厘米,5—15厘米,15—32厘米)取土分析其理化性质。

* 本文系研究生孟昭甫(现在山东农学院土化系工作)硕士论文的一部分。

表 1 供试土样的化学性质

Table 1 Chemical properties of soil used in modelling experiment

土样 Sample	pH (1:5)	全盐 (%) Total salt	离子组成(meq/100g soil) Ionic composition							交换量 CEC	交换性钠 E_{Na}	碱化度 (%) ESP
			CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+			
轻壤土 Light loam	8.14	0.03	0	0.32	0	0.02	0.18	0.10	0.14	5.90	0	0
粘土 Clay	8.02	0.03	0	0.32	0.02	0.09	0.29	0.10	0.04	16.64	0	0

注: Na^+ 用火焰光度计法,下同。

表 2 供试水样的化学性质

Table 2 Chemical properties of water used in modelling experiment

采样地点*) Locality	pH	矿化度 (g/l) Salinity	离子组成 (meq/l) Ionic Composition							残余碳酸钠 (meq/l) RSC	钠吸 附比 SAR	可溶性钠 百分率 SSP	钠钙 镁比 SDR
			CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+				
1. 山东定陶	8.69	1.16	0.62	9.33	3.62	6.02	0.57	1.10	18.53	8.28	20.36	91.73	11.10
2. 江苏铜山	8.88	0.96	1.22	11.04	2.65	2.51	0.45	5.03	10.09	6.78	6.08	64.80	1.84
3. 河南封丘	8.49	0.89	0	9.18	2.91	3.03	1.92	4.69	7.92	2.57	4.35	54.51	1.20
4. 山东禹城	8.63	1.80	0.26	6.41	10.65	9.11	1.25	10.42	14.78	0	6.11	55.88	1.27
5. 改良过的 山东定陶水	7.75	2.81	0	5.77	3.88	32.44	22.85	1.22	18.02	0	5.19	42.81	0.75

*) 1. Dingtao, Shandong; 2. Tongshan, Jiangsu; 3. Fengqiu, Henan; 4. Yucheng, Shandong; 5. Ground water reclaimed in Dingtao, Shandong

二、结果和讨论

(一) 用碱性低矿化水灌溉对土壤碱化过程的影响

室内模拟试验结果表明,用碱性低矿化水灌溉,导致土壤中苏打迅速累积(表 3),其累积量取决于灌溉水中残余碳酸钠的数量,并随灌溉水中残余碳酸钠含量的增加而增加。在试验用的 4 个水样中,以采自山东定陶的残余碳酸钠含量最多(每升含 8.28 毫克当量)用它灌溉的土壤中累积的碳酸钠、重碳酸钠的数量最大。山东禹城水虽然 pH 为 8.63,属碱性水范畴,但其盐分组成中没有残余碳酸钠,用它灌溉的土壤中也就没有碳酸钠和重碳酸钠的累积。

土壤中碳酸钠和重碳酸钠的累积量还取决于灌溉年限,随着灌溉年数的增加,苏打累积量也不断增大,苏打累积层加厚。以轻壤土为例,从表 3 可以明显地看到,灌溉的第一年,只有表层 5 厘米的土层中出现苏打,而且游离的 CO_3^{2-} 含量只有 0.06—0.93 毫克当量/100 克土;到第三年、第五年,苏打累积层增加到 15 厘米,含量增加到 0.62—1.86 毫克当量/100 克土。由此可见,土壤中累积的碳酸钠是由于灌溉水中碱性钠盐直接带人所致。

伴随苏打的累积,使土壤可溶性盐类的离子组成发生了变化。由于 Ca^{++} 、 Mg^{++} 离子含量明显地降低,从而大大地增加了钠百分率、钠吸附比、钠钙镁比,并且都受灌溉水质

表 3 不同供试水样灌溉下土壤的化学性质
Table 3 Chemical properties of soil irrigated by water in different qualities water

处 Treatment	采样深度 (cm) Sampling depth	pH (1:5)	全盐 (%) Total salt	离子组成 (meq/100g soil) Ionic composition							RSC	SDR	SSP	SAR	交换量 CEC (meq/100g soil)	交换性钠 E _{Na}	ESP (%)
				CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺							
				灌溉 一年 After first year irrigation													
轻质土 用山东定陶水	0-5	9.86	0.31	0.93	1.08	1.00	1.80	0.12	0.06	4.04	22.4	95.7	13.5	5.88	3.61	61.4	
	5-15	8.55	0.07	0.39	0.23	0.23	0.24	0.12	0.02	0.83	5.9	85.6	3.1	5.92	0.24	4.05	
	15-32	8.14	0.04	0.33	0.11	0.12	0.12	0.29	0.12	0.22	0.5	34.9	0.50	5.92	0.06	1.01	
轻质土 用江苏铜山水	0-5	9.63	0.25	0.35	1.00	0.99	1.18	0.08	0.10	3.33	18.5	94.9	11.1	5.75	0.43	42.3	
	5-15	8.37	0.05	0.39	0.09	0.09	0.19	0.12	0.17	0.44	1.5	60.3	1.2	5.84	0.19	3.3	
	15-32	8.37	0.03	0.37	0.04	0.06	0.06	0.18	0.10	0.21	0.75	42.9	0.6	6.03	0.05	0.8	
轻质土 用河南封丘水	0-5	8.73	0.23	0.06	0.49	1.12	1.39	0.20	0.14	2.78	8.2	89.1	6.7	5.82	0.74	12.7	
	5-15	8.24	0.05	0.36	0.03	0.03	0.14	0.06	0.03	0.39	4.3	81.2	1.8	6.04	0.11	1.8	
	15-32	8.15	0.03	0.35	0.06	0.06	0.08	0.18	0.07	0.26	1.0	51.0	0.7	5.94	0	0	
轻质土 用山东禹城水	0-5	8.00	0.43		0.25	2.76	3.38	1.06	1.18	4.09	1.8	64.6	4.2	5.77	0.21	3.6	
	5-15	8.24	0.07		0.33	0.41	0.42	0.36	0.35	0.52	0.73	42.3	0.9	5.96	0.05	0.8	
	15-32	8.24	0.09		0.35	0.44	0.57	0.27	0.27	0.78	1.4	59.1	1.5	6.03	0	0	
粘质土 用山东定陶水	0-5	8.85	0.23	0.20	0.86	1.02	1.39	0.06	0.06	2.87	23.9	96.0	11.7	16.45	3.78	22.9	
	5-15	8.33	0.09		0.39	0.38	0.58	0.46	0.11	0.65	1.1	53.3	1.2	16.50	0.35	2.1	
	15-32	8.00	0.06		0.35	0.21	0.09	0.49	0.08	0.13	0.23	18.6	0.2	16.50	0	0	
轻质土 用山东定陶水	0-5	10.00	0.58	1.30	1.77	2.46	3.91	0.08	0.03	8.78	79.8	98.8	37.4	5.68	4.97	87.5	
	5-15	9.80	0.23	0.45	0.75	0.79	1.29	0.08	0.06	3.22	23.0	95.8	12.2	5.01	2.18	36.3	
	15-32	8.08	0.11		0.22	0.54	0.59	0.41	0.37	0.83	1.1	51.6	1.3	5.87	0	0	
粘质土 用山东定陶水	0-5	9.36	0.43	0.28	1.46	1.95	2.89	0.10	0.08	6.22	34.5	97.2	20.7	16.31	8.99	55.1	
	5-15	8.57	0.19		0.57	0.63	0.94	0.16	0.06	2.29	10.4	91.2	6.9	16.78	1.67	9.9	
	15-32	8.08	0.14		0.22	0.75	0.84	0.92	0.27	0.72	0.6	37.7	0.9	16.54	0	0	
轻质土 用山东定陶水	0-5	10.33	0.52	1.86	2.31	2.35	2.91	0.06	0.02	8.26	103	99.0	41.3	6.16	5.83	94.6	
	5-15	10.36	0.37	1.37	1.49	1.19	1.85	0.04	0.02	4.74	79	98.7	27.4	6.08	3.93	64.6	
	15-32	8.24	0.24		0.35	1.36	1.82	0.22	0.42	2.98	1	4.7	5.3	6.06	0.40	6.6	
粘质土 用山东定陶水	0-5	10.10	0.38	1.33	1.79	2.02	2.21	0.10	0.04	6.46	46.1	97.9	23.9	16.16	10.89	67.4	
	5-15	9.06	0.20		0.77	0.83	1.45	0.08	0	2.87	55.9	97.3	14.3	16.68	3.50	21.0	
	15-32	8.07	0.24		0.30	1.63	1.43	1.13	0.32	2.16	1.5	59.8	2.5	16.66	0.54	3.2	

和灌溉年限的影响。当灌溉水中含有残余碳酸钠时,它将和土壤溶液中钙、镁离子作用而形成碳酸钙、镁的沉淀,使土壤溶液中的 Ca^{++} 、 Mg^{++} 离子含量减少,而且随着灌溉年限的增加,土壤中积累的 CO_3^{--} + HCO_3^- 量增多, Ca^{++} 、 Mg^{++} 离子的含量愈来愈少。灌溉五年后,轻质土表层 0—5 厘米的 Ca^{++} 、 Mg^{++} 离子含量由原来的 0.28 毫克当量下降到 0.05 毫克当量,5—15 厘米土层的 Ca^{++} 、 Mg^{++} 离子含量都不到 0.1 毫克当量。从图 1 可看出:当 CO_3^{--} + HCO_3^- 含量增加到 1 毫克当量/100 克土, Ca^{++} + Mg^{++} 减少到 0.1 毫克当量/100 克土左右时趋于稳定,即使 CO_3^{--} + HCO_3^- 含量再增加, Ca^{++} + Mg^{++} 含量不再发生变化(图 1)。与此同时 Na^+ 的含量则呈直线上升。从而改变了土壤溶液中钠、钙、镁的比值,使 SDR、SSP、SAR 都随之增加用同一种水灌溉的土壤随着灌溉年数的增加,土壤溶液组成的 SDR、SSP、SAR 都随之增加(图 2),从而促使土壤发生碱化。

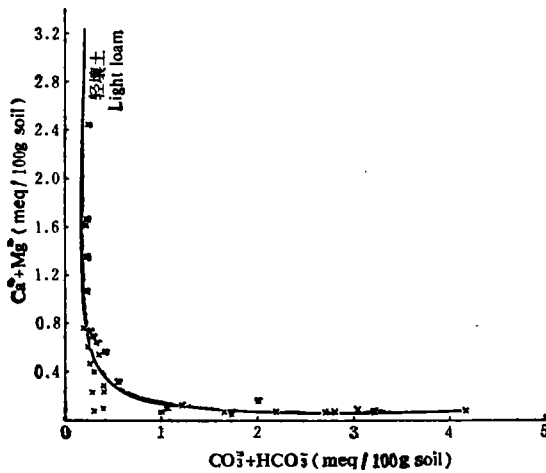


图 1 碱性低矿化水灌溉后土壤中 Ca^{++} + Mg^{++} 与 CO_3^{--} + HCO_3^- 的关系

Fig. 1 Relationship between Ca^{++} + Mg^{++} and CO_3^{--} + HCO_3^- in soil after irrigation by alkaline water of lower salinity

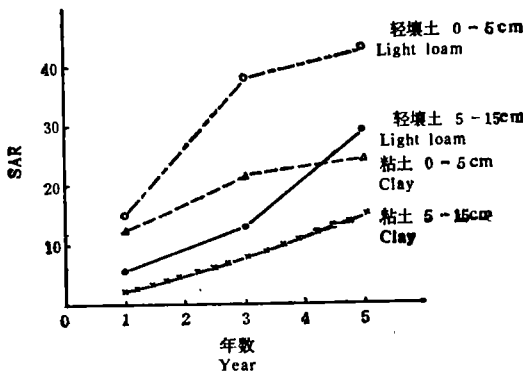


图 2 碱性低矿化水灌溉年限与土壤水提取液 SAR 的关系

Fig. 2 Relationship between period of irrigation by alkaline water of lower salinity and SAR in water extract of soil

土壤中重碳酸钠和碳酸钠的累积,必然导致土壤 pH 值的升高(图 3),用碱性低矿化

水灌溉的第一年,除了不含残余碳酸钠的山东禹城水外,用其他几种水灌溉都使土壤 pH 值增高,尤其是表层更为显著。pH 值上升的幅度与灌溉水中的残余碳酸钠含量成正相关,而不取决于灌溉水本身的 pH 值。从图 3 可以明显看到,土壤的 pH 值与灌溉水中残余碳酸钠含量的对数成正相关,相关方程式为 $pH = 9.43 + 1.41 \log(RSC)$ 。用山东定陶水进行灌溉,第一年表层土壤的 pH 值就达到 9.86,比原来的 8.14 上升 1.7 单位。山东禹城水的 pH 值虽然与山东定陶水的 pH 值几乎相同,但由于其中不含残余碳酸钠,故用它进行灌溉,土壤的 pH 值没有显著变化。

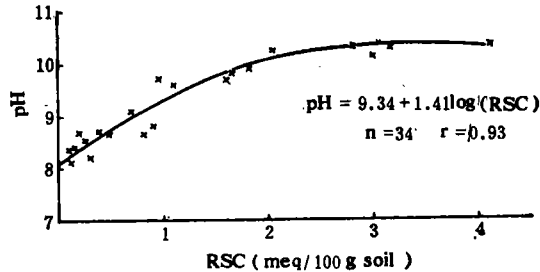


图 3 碱性低矿化水灌溉下土壤 pH 与 RSC 的关系

Fig. 3 Relationship between pH and RSC of soil under irrigation by alkaline water of lower salinity

我们还可从分析结果看出,灌溉土壤的 pH 值随着灌溉年数的增加而增加,尤其以灌溉初期和在 0—5 及 5—15 厘米土层中增加的幅度较大。

由表 3 可见,用碱性低矿化水进行灌溉,即使在第一年,由于苏打在表土层中的累积而伴之出现显著数量的交换性钠,致使土壤具有了高碱化度,其数值之高低与灌溉水中残余碳酸钠的含量成正比(图 4)。山东定陶水含残余碳酸钠 8.28 毫克当量/升,用它灌溉的土壤,在灌溉第一年,其表层的碱化度就达到 61.4%,其次是江苏铜山水、河南封丘水。山东禹城水由于不含残余碳酸钠,经其灌溉过的土壤虽因微量交换性钠的出现而具有低碱化度,但其数值尚不足以使土壤显示碱化特征。试验还证明,随着灌溉年数的增加,土壤碱化度也不断增加,同时碱化层厚度逐渐加厚。例如用山东定陶水灌溉的轻质土壤,在灌溉的第一年,表层 0—5 厘米碱化度为 61.4%,第三年为 87.5%,第五年为 94.6%;5—15 厘米土层的碱化度在灌溉第一年仅 4.1%,第三年为

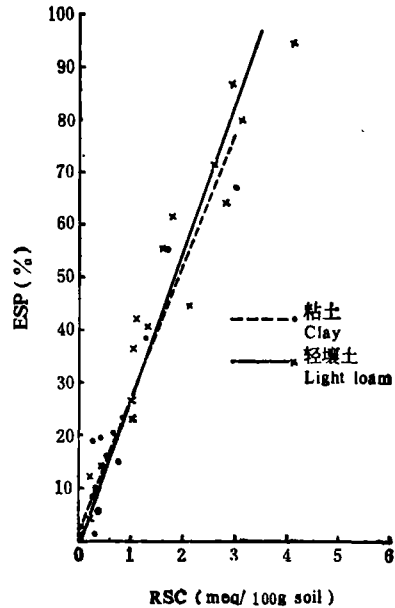


图 4 碱性低矿化水灌溉下土壤的 RSC 和 ESP 的关系

Fig. 4 Relationship between RSC and ESP of soil under irrigation by alkaline water of lower salinity

36.3%，第五年为 64.6%；15—35 厘米土层的碱化度到第五年也增加到 6.6%。

表 4 结果表明，灌溉后土壤表层(0—5 厘米)以及第二层(5—15 厘米)的碱化度系数都比供试土样的碱化度系数有明显的提高，而且土壤碱化度系数的大小与土壤碱化度大小，灌溉水中残余碳酸钠的含量呈正相关。

(二) 同一种水质对不同质地土壤碱化的影响

试验结果表明，用同一种碱性低矿化水灌溉不同质地的土壤时，引起土壤碱化的速度和强度是有差别的。由于粘质土壤的阳离子代换总量比轻质土壤高，因此在土壤胶体吸附等量钠离子的情况下，粘质土壤的碱化度要比轻质土壤小得多，如表 3 所示，用山东定陶水灌溉两种质地的土壤，在灌溉的第一年，两者含有的交换性钠数量相近，但轻质土的 0—5 厘米土层的碱化度为 61.4%，而粘质土仅 22.98%；第三年轻质土为 87.5%，粘质土为 55.1%；第五年轻质土的 0—5，5—15 厘米土层的碱化度分别为 94.6%，64.6%；而粘质土则为 67.4% 与 20.98%。由此可见，轻质土比粘质土更易于碱化，相对地来说，轻质土碱化的速度较快，强度较大。以此或可阐明为何黄淮海平原绝大部分碱化土壤的质地是轻砂壤土。此外，还由于粘质土代换性钙、镁的绝对含量也高，当与灌溉水中残余碳酸钠作用时，会形成碳酸钙、镁的沉淀，而抑制残余碳酸钠的累积。因此，以同一种碱性低矿化水灌溉不同质地的土壤，在用水量相同的情况下，粘质土中累积的碳酸钠一般较轻质土壤中的少，两者的 pH 值因之也有差别，一般也是粘质土的 pH 值较轻质土低，如山东定陶水灌溉的土壤，在灌溉第一年，轻质土表层的 pH 为 9.86，粘质土只有 8.85，相差一个单位，以后虽然都随着灌溉年数的增加而增高，但粘质土的 pH 值一直低于轻质土。

表 4 不同供试水样灌溉三年后土壤的碱化度系数

Table 4 Hydraulic conductivity of soil after irrigation with different ground water for 3 years

处 理 Treatment	轻壤土 Light loam			粘土 Clay		
	0—5cm	5—15cm	15—32cm	0—5cm	5—15cm	5—32cm
山东定陶水	62.62	39.47	3.26	25.20	6.45	1.87
江苏铜山水	60.60	15.30	2.80	23.40	6.30	1.82
河南封丘水	39.43	18.47	2.47	12.14	3.02	2.09
山东禹城水	1.77	3.33	2.95	1.44	3.75	2.09
原 土	2.88			1.86		

(三) 碱性低矿化灌溉水的改良

在黄淮海平原，碱性低矿化地下水分布很广泛，目前绝大部分浅机井（一般浅于 50—60 米）的水源多属之。为了充分合理地利用当地的地下水资源，并避免使土壤发生次生碱化，改良碱性低矿化地下水有一定的科学理论意义。

为此，我们选择含残余碳酸钠最多的山东定陶水作试验，每升加 2 克石膏进行改良。

从表 2 可见，经过改良的水，pH 值下降，游离的 CO_3^{2-} 消失，总碱度减少， Ca^{++} 离子浓度明显增加，从而消除了残余碳酸钠，降低了钠吸附比及可溶钠百分率，但矿化度有

明显的增加。这主要是由于加入的硫酸钙尚未作用完的缘故。用经石膏改良处理过的水进行灌溉试验证明,灌溉三年的轻质土和粘质土,基本上都未显示碱化特征,由表 5 可见,土壤中没有苏打的累积, pH 值仍与原供试土样相近;与原供试土样相比,虽然出现了微量的代换性钠,但碱化度仅在 5%—7% 左右,含盐量有明显的增加,显然其增加的主要部分是溶解了的石膏。但用未经改良的山东定陶水灌溉三年,在轻质土表层碳酸钠累积到 2.96 毫克当量/100 克土,粘土为 1.56。pH 达到 10 左右。轻质土碱化度达 87.5%,粘土为 55.1%。土壤显示了强烈的碱化。

表 5 用改良水灌溉三年后土壤的化学性质

Table 5 Chemical properties of soil after irrigation with improved water¹⁾ for 3 years

土壤 Soil	采样深度 (cm) Sampling depth	pH (1:5)	全盐 (%) Total salt	离子组成 (meq/100g soil) Ionic composition							交换量 CEC	交换性钠 E _{Na}	ESP (%)
				CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺			
轻壤土 Light loam	0—5	7.52	1.03	0	0.17	1.56	13.30	6.20	2.61	6.52	5.89	0.30	5.1
	5—15	8.07	0.22	0	0.23	0.60	2.14	0.37	0.14	2.42	5.96	0.40	6.7
	15—32	7.95	0.27	0	0.21	0.67	3.08	0.59	0.60	2.73	5.91	0.30	5.1
粘土 Clay	0—5	7.80	1.35	0	0.29	1.98	16.08	7.55	0.49	11.00	16.54	0.90	5.4
	5—15	8.00	0.33	0	0.35	0.63	3.72	1.17	0.20	2.17	16.64	1.29	7.7
	15—32	7.99	0.22	0	0.33	0.39	1.98	1.63	0.31	1.12	16.58	0.23	1.4

1) Groundwater collected from Dingtao is improved by adding gypsum 2g/l.

为了改善目前利用碱性低矿化地下水进行灌溉而可能引起土壤次生碱化的状况,在开发利用地下水前,需进行地下水资源调查,摸清地下水储量及水质。

目前国际上采用来评价灌溉水的碱害指标有易溶性钠百分率 (SSP)、碱量百分率 (AP) 残余碳酸钠 (RSC)、一价与二价阳离子的比值 (SDR)、钠吸附比 (SAR) 等。但从我们的试验结果看,上述这些指标中,以用残余碳酸钠这一指标较为确切,用含有残余碳酸钠的水灌溉土壤,土壤中就会累积碳酸钠,并与钙、镁盐类作用而产生溶解度小的碳酸钙、镁沉淀,致使 SSP、AP、SDR 和 SAR 等都发生变化。根据我们试验中所用的几种灌溉水质分析,山东定陶水和江苏铜山水的 RSC 都较大,分别为 8.28 和 6.78 毫克当量/升,用这两种水灌溉,使土壤碱化严重而迅速,因而在使用前必需进行改良。河南封丘水的 RSC 较小,为 2.57 毫克当量/升,灌溉 3—5 年后也会引起土壤表层一定程度的碱化,在灌溉之初,水质可以暂不改良,但要加强农业技术措施,防止土壤碱化。

三、小 结

通过室内的模拟试验,证实黄淮海平原地区,用碱性低矿化地下水灌溉土壤,会使土壤产生不同程度的次生碱化。主要表现在土壤中苏打的累积, pH 值升高,碱化度增加。

土壤碱化的程度取决于碱性低矿化地下水中残余碳酸钠的含量、灌溉的年数、土壤的质地等。一般来说,碱性低矿化地下水中残余碳酸钠的含量愈多,土壤碱化愈严重。土壤碱化的程度随着灌溉年数的增加而加重,同时土壤碱化度的厚度也相应加厚。

试验还表明,同一种碱性低矿化地下水对不同质地土壤的碱化作用是不一样的。轻壤土易受它的作用而碱化,粘土则不易碱化。

为了防止土壤发生次生碱化,可以采用石膏、磷石膏等来改良水质。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院南京土壤研究所主编, 1978: 中国土壤。科学出版社。
- [2] 白瑛、凌礼章, 1981: 深层碱性水的化学性质及其对土壤的影响。土壤学报, 第18卷4期, 305—316页。
- [3] 俞仁培、杨道平、蔡阿兴、石万普, 1982: 瓦碱的形成与改良。土壤学报, 第19卷1期, 34—4页
- [4] Bower, C. A., Ogata, G. and Tucker, J. M., 1968: Sodium hazard of irrigation water as influenced by leaching fraction and by precipitation or solution of calcium carbonate. *Soil Sci.*, 106: (1).
- [5] Bower, C. A. and Wilcox, L. V., 1965: Precipitation and solution of calcium carbonate in irrigation operations. *Soil Sci. Soc. Amer. Pro.*, 29: (1).
- [6] Bower, C. A., 1959: Cation exchange equilibrium in soils affected by Na salts. *Soil Sci.*, 88: (1).
- [7] Kelley, W. P., 1951: *Alkaline soils*. Printed in New York, U.S.A.
- [8] Miyamoto, S., 1980: Effects of bicarbonate on sodium hazard of irrigation water. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 44: (5).
- [9] Rhoades, J. D., 1968: Mineral weathering correction for estimating the sodium hazard of irrigation water. *Soil Sci. Soc. Amer. Pro.*, 32: (5).
- [10] Rhoades, J. D., 1972: Quality of water for irrigation. *Soil Sci.*, 113: (4).

THE EFFECT OF ALKALINE GROUND WATER WITH LOW SALINITY ON SOIL ALKALIZATION

Meng Zhaofu, Yu Renpei and Wang Zunqin
(*Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing*)

Summary

The present paper deals with soil secondary alkalization due to irrigation with alkaline groundwater of low salinity.

It was showed by modelling experiment of soil column in laboratory that the accumulation of soda, pH and ESP of soil increased due to irrigation of the soil with alkaline groundwater of low salinity.

The degree of soil alkalization depended on the content of residual sodium carbonate in alkaline groundwater of low salinity and the time of irrigation. Generally speaking, the higher content of residual sodium carbonate in groundwater, the more soil alkalization is. At the same time, the thickness of soil alkalinized horizon was increased with the increase of irrigation time.

The experiment also showed that the effect of same alkaline groundwater of low salinity on the alkalization of soils with different texture was different. The light loam was susceptible to alkalization and the clay was not so.

In order to avoid secondary alkalization of soil, gypsum can be used for reclamation of water quality.