

封丘县盐碱地的形成与综合治理*

朱新华 郭永光

(河南省封丘县农委) (河南省新乡地区土肥站)

一、封丘地区盐碱地发生史略

河南省封丘县地处中原，是黄河摆动影响最大的地区。汉书曾记载：公元1194年（金明昌二年）至1494年，黄河在原阳、濮阳（澶州）决口，东流封丘、曹县、钜野、郓城到寿张附近入梁山泊。然后分二支，北支由利津入海，南支夺淮由苏北入海。因此，封丘曾是历史上的黄河故道，主要是在宋、金时代造成封丘的土壤盐碱加重。当时黄河下游为金代统治，金统治者利用黄河淹没南宋人民，黄河南徙时期塑造成各种洼地，长期积水，造成我县和原阳、东明等地古河道沙丘沙垄带和盐碱洼地。县志曾记载，县境西部的盐碱地明代就已存在，历史上黄河决口频繁的泛滥变迁，与土壤盐碱化的发展有着极为密切的关系。

解放初期，我县盐碱地面积共21万亩。通过多年的水利建设，至1957年农业生产才得到较快的恢复和发展。但1958年后，大量引黄插花种稻，致使地下水位急剧上升，盐碱面积竟扩大到50.4万亩。从1961年开始控制引黄，1965年后发展机井排灌，又于1969和1976两年对天然文岩渠两次清淤，随排水条件改善，地下水位下降，盐碱地面积日益缩小。到1981年盐碱地面积下降到22.76万亩，其中重盐碱地1.48万亩，占6.5%；中度盐碱地面积1.15万亩，占5.1%；轻度盐碱地面积20.13万亩，占88.4%。在盐碱地的改良利用上出现了很多先进典型，如背河洼盐碱区水驿大队，西部盐碱区的应举、牙铺大队等。就全县而言，西部盐碱区成了全县较先富裕的地区。

二、我县盐碱地的基本类型

我县盐碱地面积大，情况复杂，按土壤盐分的化学组成主要可分为以下四种类型（表1）。

(一)硫酸盐—氯化物盐土 群众称卤碱或潮碱。主要性状是：冬春季地皮发白，常有薄而脆的盐结皮、盐霜出现，暗褐色，发潮（旱天更为明显），味咸而苦，可以熬小盐或淋硝，但不出碱。主要成分为食盐（ NaCl ），芒硝（ $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ）次之，有时含有少量小苏打（ NaHCO_3 ）。

(二)硫酸盐盐土 群众称白不咸，又称石碱。主要性状：冬春发白，夏秋发塽，地面常有一种蓬松的白色塽土，人踩陷脚，易随风飞散，味凉而不太咸，可以淋硝、熬盐，不能出碱。主要成分为芒硝，食盐次之，也谓氯化物—硫酸盐盐土。

(三)苏打盐土 群众称马尿碱，又称臭碱。主要性状：地面常潮湿，多呈暗褐色结皮，有油腻光泽，结皮下面有蜂窝状气孔。冬春季节地表常有黄棕色盐霜，多为腐殖酸钠，色如马尿，味涩苦发辣，对作物危害严重，立苗很困难。可以熬碱。主要成分为苏打（ Na_2CO_3 ）和

* 本文承蒙南京土壤所王遵亲副教授、河南农业大学魏克衡副教授指导审核，在此致谢。

表1 各盐碱土类型的含盐量及离子组成 (水释, 1978)

土层 (厘米)	pH	全盐 (%)	阴离子				阳离子			Cl^- SO_4^{2-}	Na^+ $\text{Ca}^{++} + \text{Na}^+$	矿化度 (%)
			CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{++}	Mg^{++}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$			
(一)硫酸盐—氯化物盐土												
0—1	8.63	6.09	0.25	0.45	87.95	21.26	3.51	54.43	51.97	4.1	0.9	
1—5	7.85	4.17	—	0.29	69.87	4.54	1.27	23.68	49.76	15.4	3.3	
5—10	7.95	0.84	—	0.26	12.78	1.49	0.59	2.59	11.35	8.6	3.6	
10—20	8.18	0.09	—	0.45	0.75	0.10	0.09	0.07	0.14	7.5	7.1	
20—40	8.06	0.07	—	0.35	0.52	0.14	0.05	0.18	0.78	3.7	3.4	
40—70	8.06	0.08	—	0.29	0.71	0.26	0.08	0.27	0.91	2.7	2.6	
地下水	埋深151厘米, 矿化度0.63克/升。											
(二)硫酸盐盐土												
0—1	7.71	0.77	—	0.25	6.07	6.04	2.83	2.30	7.22	1.0	1.4	
1—5	8.28	0.11	—	0.53	0.26	0.70	0.15	0.20	1.16	0.4	3.3	
5—10	8.10	0.10	—	0.53	0.32	0.63	0.13	0.26	1.09	0.5	2.8	
10—20	8.10	0.10	—	0.52	0.38	0.62	0.16	0.16	1.19	0.6	3.7	
20—40	8.28	0.12	—	0.62	0.47	0.66	0.14	0.22	1.39	0.8	3.9	
40—70	8.00	0.06	—	0.37	0.16	0.22	0.12	0.18	0.46	0.8	1.5	
(三)苏打盐土												
0—1	10.15	0.77	3.65	1.74	4.85	2.06	0.13	0.02	12.16	2.4	81.1	
1—5	8.8	0.09	0.10	0.54	0.45	0.15	0.05	0.09	1.11	3.0	7.9	
5—10	7.8	0.05	0.10	0.37	0.21	0.14	0.23	0.23	0.40	1.5	0.9	
10—20	8.2	0.04	0.10	0.42	0.06	0.09	0.15	0.15	0.30	0.7	1.0	
20—40	7.9	0.04	0.10	0.37	0.08	0.13	0.11	0.11	0.36	0.7	1.6	
40—70	7.9	0.05	0.10	0.40	0.08	0.13	0.10	0.10	0.39	0.7	2.0	
地下水	埋深167厘米, 矿化度0.59克/升。											
(四)苏打碱土												
0—1	10.29	0.55	4.00	0.83	3.63	0.84	0.11	0.09	9.09	4.3	45.5	97.9
1—5	9.94	0.25	1.52	0.80	1.26	0.35	0.08	0.02	3.84	3.6	38.4	68.9
5—10	9.74	0.20	0.91	1.01	0.79	0.33	0.06	0.08	2.90	2.4	20.7	60.1
10—20	9.23	0.13	0.46	0.73	0.50	0.20	0.06	0.04	1.79	2.5	17.9	28.1
20—40	8.92	0.08	0.14	0.71	0.19	0.08	0.05	0.05	1.03	2.4	7.9	20.4
40—70	8.85	0.12	0.22	0.95	0.29	0.13	0.09	0.24	1.30	2.2	3.8	—
地下水	埋深179厘米, 矿化度0.59克/升。											

注: 资料引自黄淮海平原封丘县旱涝盐碱综合治理文集(三), 宋荣华、王世兴等; 河南省黄河漫润盐渍区的形成和治理, 17—18页。

小苏打，食盐次之。

(四)苏打碱土 群众称牛皮碱，又称瓦碱。主要性状：地表灰白，不易透水。干时板结坚实，人走顶脚，雨后龟裂，成瓦片状，凹坑处沉淀有棕色的淤泥。一般含水溶性盐不超过0.5%。主要成分为苏打及小苏打，食盐次之。

三、我县盐碱土形成的自然条件

我县地处华北，属半干旱区。盐碱土的形成受多种自然因素的影响。

(一)成土母质 我县属次生堆积碳致盐风化壳，土壤母质均属第四纪全新统地层，其来源主要是西北黄土高原的黄土，颜色以黄色为主，疏松多孔，颗粒细小而均匀，一般又以粗粉土的颗粒为主，矿物成分以石英、长石、云母为主，含量在60%以上，粘土矿物次之。富含碳酸钙，呈中性和微碱性，pH值多为8左右。

(二)地下水 我县地处黄河泛滥浸润区，潮土分布面积广，其特点之一是地下水参与成土过程。我县南、东濒临黄河，黄河河床比境内平原高5—8米，河水侧渗补给影响范围广，引黄面积又大，加之我县北有太行堤，天然文岩渠排水不畅，造成我县地下水位偏高。在1965年前地下水位一般1—3米，不少地方埋深小于临界深度，盐碱威胁加剧。

(三)降雨与蒸发 我县常年降雨量为651.1毫米，6、7、8三个月份占年降雨量的50%以上。冬春雨雪稀少，往往先旱后涝，涝后又旱。全年蒸发量平均1857.5毫米，约等于秋季降雨量的三倍(图1)。秋涝抬高了地下水位，并造成涝水侧渗，春季蒸发量大，土壤水溶性盐分随毛管水上升，聚积地表，增加了表土的含盐量。

(四)地形地貌 由于受黄河多次泛滥的影响，封丘县地形地貌较为复杂。地面起伏，岗坡洼地比比可见。就全县范围内，冲积扇间的交接洼地、扇形地上一些较大的槽状洼地、碟形洼地、背河洼地的边缘，地下水矿化度较高，水位较浅，受涝水侧浸影响较大，因此，最易产生盐碱化(图2)。其轻重程度，主要与土壤剖面的质地有关，胶泥夹层的厚度和所处的部位对水盐运动有很大影响。背河洼地盐碱地全盐含量并不高，一般0.5%以下，之所以危害较重，主要是土壤地下水中含有苏打。

在扇间交接洼地和低平洼地中，有许多高起的微域地形。虽然所处的水文地质条件并无多大差别，但因局部高地蒸发最盛，盐分富集，致而形成零星的盐碱斑。

四、盐碱土的综合治理措施

(一)实行井灌井排 1966年中国科学院在应举、龙化等队布置十万亩试验区，打机井233眼，至1969年8月共打机井397眼，地下水普遍下降3米以下。井灌可以压盐，降低表层土壤含盐量(表2)。全区原

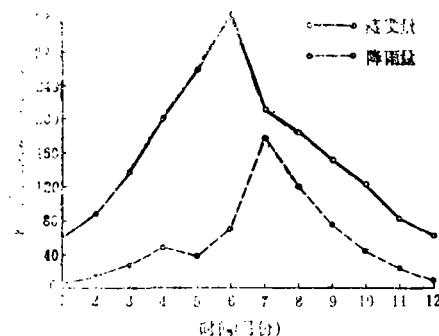


图1 封丘县降雨量与蒸发量
(引自朱新华、董学周: 封丘土壤, 第5页)

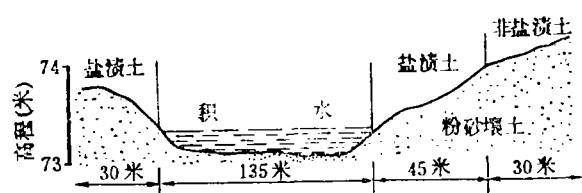


图2 洼地积水与边坡盐渍化的关系
(蒋楼东南300米)

有盐碱地5.89万亩，到1967年春减至4.28万亩，1969年秋减至2.61万亩，治碱效果非常明显。由于井灌井排降低了地下水位，在汛前可腾出较大的土壤地下水“库容”，从而加大了降雨入渗量。现在全县涝渍盐碱面积大为缩小，主要是实行井灌井排与明沟排水相结合的缘故。

长期井灌井排，在部分地区可能造成漏斗区，但可以通过合理引黄回补地下水。

表2

井灌前后土壤含盐量(%)

日期 (年.月)	土层深度(厘米)										脱盐深度 (米)
	0—5	5—20	20—40	40—70	70—100	100—130	130—160	160—200	0—100	100—200	
1965.6	0.27	0.11	0.12	0.17	0.14	0.08	0.08	0.05	0.15	0.07	
1970.6	0.06	0.09	0.13	0.13	0.17	0.12	0.15	0.13	0.13	0.13	0.7
1973.5	0.07	0.05	0.06	0.08	0.10	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10	1.0
含盐率(%)	74.1	54.5	50.0	52.9	28.6	-37.5	-25.0	-80.0	46.7	-42.9	

注：1965年6月为井灌前。

(二)明沟排水与提排相结合 封丘县地势低平，地下径流滞缓，在土壤积盐过程中，地下水具有十分重要的作用。因此，排水除涝，降低地下水位在临界深度以下，是治理盐碱化的基本途径。我县于1969和1976年，分别对天然、文岩、干渠进行了两次清淤疏浚。全县共开挖疏浚干、支、斗、农、毛五级排水渠道5820条，建提排站30处，治理易涝面积为23.5万亩。结合井灌井排，地下水位普遍有所下降。1964年地下水位一般为1.11—1.18米，1981年为3.59—4.05米。全县盐碱地面积由1963年的50.4万亩下降到1981年的22.76万亩。土壤盐碱化程度也大为减轻。充分证明，以排为主治理盐碱地是正确的。但是，由于黄河河床年年淤高，封丘的排水条件受到限制，因此，建立以提排为主的排水体系就显得更为重要。

(三)增施农家肥，种植绿肥 增施农家肥是群众改良盐碱土的传统经验。牙铺大队由于大力发展养羊，注重沤肥、堆肥，多用秸秆还田，实现了“季季草粪上三车”，盐碱地面积越来越小，产量越来越高。

耐盐绿肥是改良盐碱土提高土壤肥力的先锋作物，据南京土壤所张绍德等人在西大村大队试验说明，绿肥掩青有明显的增产效果(表3)。

1975年1977年，封丘县绿肥面积发展很快，1977年曾达到6.2万余亩，出现了水驿、坡二里、纪店等千亩绿肥大队，对改良盐碱，培育地力起到了良好的作用。

(四)深翻平整土地 土地波状起伏，高低不平是形成盐斑的主要原因。在土地局部高出的地块，土壤含盐比周围平地高出2—4倍。因此平正土地是治理斑状盐土的主要措施。如牙铺大队土体构造是0—20厘米砂壤，20—30厘米轻壤，30—44厘米重壤，44厘米以下为中壤；他们为破除盐隔层，深翻1.5—2尺，结合浇水施肥，使土壤0—20厘米土层含盐量从0.8—1%下降为0.2%，物理性状得到改善。平正土地，不仅改变了微地形面貌，还破除了夹粘层，有利灌水压

表3 翻压绿肥对比试验

试验处理	施压绿肥量	小麦产量	增产	
	(斤/亩)	(斤/亩)	斤/亩	%
1976—1977年				
对照(晒旱地)	0	278.6	—	—
掩田菁	2690	353.9	75.3	27.6
掩柽麻	4930	333.0	54.4	19.3
亩施土杂肥一万元	—	340.4	61.8	22.2
1976—1978年				
对照(晒旱地)	0	247.3	—	—
掩田菁	2600	340.8*	93.5	37.8
掩柽麻	2700	444.7	197.4	79.8
亩施土杂肥2700斤	—	433.5	186.2	75.3

*由于小麦播种时，土壤墒性差，出苗不齐，部分补种，使小麦产量偏低。

盐，出苗率、保苗效果均显著提高。

(五)施用石膏、磷石膏改良瓦碱 南京土壤所曾对我县西大村瓦碱土壤进行了研究，认为瓦碱不同于苏打碱化盐土。苏打碱化盐土全剖面含较多的苏打和其它可溶盐类，而瓦碱整个剖面的可溶盐含量都较低，表层含盐量一般不超过0.5%，心、底土层含盐量大多不到0.1%。瓦碱表层1—2厘米，呈灰白色坚实的土结壳，表面平滑，结壳背面多海绵状气孔，结壳下紧接着为各种不同质地和沉积物所组成的层状土层。典型的瓦碱表层有轻度淋溶现象，地表有1厘米的淋溶层。可溶盐组成中以碳酸钠、重碳酸钠为主，占总盐量的60—80%。表层总碱度超过1毫克当量/100克土，pH值多超过9。大部分瓦碱质地较轻，有机质少，土壤盐基代换量一般为3—5毫克当量/100克土，极少超过10毫克当量，代换性钠含量多为1—3毫克当量，因此碱化度很高，大多在20%以上，导致土壤高度分散，湿时泥泞，干时板结坚硬，通透性和适耕性都很差，作物不易出苗，难以正常生长。施用石膏、磷石膏等化学改良剂改良瓦碱，特别是重瓦碱能取得显著效果(表4)。施用石膏、磷石膏后，土壤理化性质得到改善，pH值由未改前的9以上下降到7.1—8.7，在2—10厘米土层中，代换性钠含量由改良

表4 石膏、磷石膏改良瓦碱的试验效果

处理	采样深度 (厘米)	pH	离子组成 (毫克当量/100克土)							碱化度 (%)	
			全盐 (%)	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺		
施石膏 354斤/亩	0—2	7.3	0.44	0	0.26	0.09	5.53	4.29	0.74	0.85	0
	2—10	7.6	0.15	0	0.40	0.12	1.41	0.46	0.13	1.34	6.0
对照	0—2	9.2	0.10	0.28	0.64	0.14	0.26	0.06	痕迹	1.26	17.6
	2—10	9.3	0.10	0.30	0.70	0.15	0.21	0.05	0.01	1.30	26.3
施磷石膏 400斤/亩	0—10	8.0	0.187	1	0.31	0.73	1.87	1.15	1.02	0.74	13.21
	10—20	8.56	0.194	1	0.43	1.06	1.41	0.46	0.26	2.18	17.19
	20—40	9.03	0.159	0.04	0.58	0.19	0.92	0.22	0.09	2.02	28.89
对照	0—10	9.18	0.290	0.12	0.68	2.27	1.34	0.16	0.09	4.16	42.20
	10—20	9.26	0.164	0.12	0.44	1.95	0.49	0.13	0.05	2.21	36.40
	20—40	9.10	0.189	0.04	0.72	.36	0.68	0.16	0.09	2.55	42.18

注：资料引自黄淮海平原封丘县旱涝盐碱综合治理文集(三)，俞仁培、杨道平等：瓦碱的形成与改良第7页，1982。前2毫克当量/100克土左右，降到0.6毫克当量/100克土。因毒害作物的苏打及土壤表层0—2厘米土层内吸收性复合体的代换性钠减少，从而清除了表土高度分散和板结现象。

以上分别介绍了改良盐碱土的几种措施。研究和实践表明，治理盐碱土必须树立综合治理的观点，在全面规划的基础上，根据不同的条件，把工程措施与生物措施有机的结合起来，使排灌、深翻、平地、增施农家肥、种植绿肥、施用化学改良剂、植树造林、因地制宜等各项措施协调一致，才能取得良好的治理效果。