

# 黄河背河洼地形成特点及综合治理途径

蒋正琦 宋荣华

(中国科学院南京土壤研究所)

## 摘 要

本文对黄河背河洼地的形成和低产原因进行了研究;并提出了适合本区的浅沟排水结合放淤种稻的除涝治碱(盐)的综合治理措施。

黄河背河洼地西起河南省孟津县,沿黄河大堤一直延伸至与山东交界的台前县,宽1—13公里。本区属暖温带季风型气候区,年平均温度13.9℃,年积温4580℃,年平均降雨量615毫米,年蒸发量1800毫米,无霜期214天。全省背河洼地总面积约250万亩,内涝和土壤盐渍化严重,是历史上重灾区。1976年以来,我们以封丘县水驿村和范县杨集乡为试验研究基地,收到了改良盐碱地和大幅度增产的显著效益。例如:水驿村在治理前,盐荒地和重盐碱地占总面积的75%,每年55%的面积遭受涝灾为害。经过4年治理基本消灭涝灾和土壤盐碱化,粮食年总产由20万公斤猛增到123.4万公斤,至1986年,突破180万公斤。再如:范县杨集乡万亩试区经过3年治理,1990年水稻平均亩产达507公斤,比1989年的375公斤/亩,增产35.2%,比1988年的350公斤/亩增产44.9%,比1987年的325公斤/亩增产56%,全区粮食总产高达590万公斤,较治理前的1987年的264万公斤增产1.2倍,较1988年的313万公斤增产88.5%。

## 一、黄河背河洼地的形成及盐渍化特点

黄河淤积成河床高出地面的地上河之后,河水在高水头压力下,大量补给两岸地下水,抬高地下水位,形成沿黄河大堤外侧宽1—13公里,易引起内涝和土壤盐渍化的地区,称黄河背河洼地区。

### (一)黄河背河洼地的形成

由于黄河水在大堤间来回游荡和反复淤积河槽与滩地,形成了独特的地貌景观,河床及其两侧大堤高高竖立。大堤外侧平原显得特别低洼。紧靠河槽的低滩地,雨季常被河水淹没,都种植一季小麦,秋季种大豆、高粱,但不保收。野生植被以假拂子茅(*Calamagrostis pseudophtagmites*)为主,其次有香蒲(*Typha angustifolia*),柳叶紫苑(*Aster Tripolium*)等。低滩地与大堤之间为高滩地,地势高,地下水位深4—10米,干旱严重,大多井灌种植小麦、玉米、花生。野生植被有胡枝子、三芒草、地锦。大堤以外为背河洼地,涝灾和盐碱化十分严重。野生植被以隐花草(*Crypsis aculeata*)群落为主,还有盐蒿、碱蒿、芦苇等。背河洼地以外是平原。

黄河背河洼地范围的大小与黄河水位和两岸地下水位的高差,两岸地形,排水条件等有关。河槽愈高,河水主流愈靠近大堤,大堤外地形愈低洼,排水条件越差,背河洼范围就愈大。反之,背河洼范围就小。

黄河在郑州邵庄以西为地下河,两岸没有背河洼区。向东至申庄一带,河槽高出堤外地面2米左右,背河洼宽度为300—1500米。原阳县境内,河槽高出大堤外地面5—7米,背河洼

宽度为3000—4000米。封丘县荆隆宫乡的李七寨至曹岗乡的马坊，河槽高出堤外地面都是9—10米，但前者黄河主流远离大堤约3000米，背河洼宽度为4500—5000米，而马坊一带，黄河主流紧靠大堤，背河洼宽度达6000—8000米，土壤盐渍化特别严重。

黄河大堤外地形条件与背河洼地能否形成及范围大小有很大关系。如果堤外地形低平，背河洼范围大，堤外地形连接缓岗高坡，则背河洼范围就小。

排水对背河洼地的形成和发展影响很大。排水好的地区，背河洼地面积小，排水差的地区，背河洼面积大，涝灾和土壤盐渍化加重。相比而言，豫东排水条件比豫北好，所以，豫北背河洼地范围比豫东大。一般沿黄河大堤宽约3—13公里，豫东为1—7公里。

## (二)黄河背河洼地涝灾和盐渍化原因

本区地下水矿化度为1克/升左右，70—80%的面积发生盐渍化，表土含盐量高达1%以上。盐渍化主要原因是地下水位浅，粉砂壤土面积分布广。

1. 地下水位浅且不易下降：本区受黄河水的强烈地下补给和深层潜水的向上顶托，地下水位浅而难以下降。本区地下水临界深度在1.8—2.1米之间，而地下水深度却只有1—1.6米，浅于地下水临界深度，因而易形成涝灾和土壤盐渍化。

通过对封丘县水驿村到平原西合村之间地面和地下水面高程的实测，黄河水位比西合村地下水位高12.8米，黄河水通过地下水径流向平原补给量高达1068立方米/24小时·公里。

黄河背河洼地地下水不仅受黄河水的强烈地下补给，而且还受到深层承压潜水的向上顶托，地下水很难下降。水驿村的钻孔查明，地表以下40米内为潜水层，在15—20米深处有厚1—2米的隔水粘土层。其上为潜水层，下面为承压潜水层，深层潜水受黄河高水位的压力，有明显的向上顶托作用。

因为本区地下水既受黄河水的地下径流补给，又受深层承压潜水的向上顶托，所以，即使在旱季，地下水位也很浅，从而加剧了涝灾和土壤盐渍化的威胁。雨季地下水更接近地表，土壤渗吸和蓄存雨水的功能极差，降雨时产生大量地面径流造成严重涝灾。

2. 粉砂壤土分布广、返盐快，加剧了土壤盐碱化的发展。根据野外调查和定位观测，黄河沉积的粉砂壤土经过2—3年之后即开始返盐，初始以盐斑状出现，尔后盐斑的面积和数量逐渐扩大，沉积5—10年，可使一半以上面积盐碱化(表1)。

表1 粉砂壤土的返盐情况

地 点	母 质 沉 积 后年数	盐斑占 桥地面 积(%)	土壤含盐量(克/千克)			地下水状况	
			0—1 (厘米)	0—20 (厘米)	0—100 (厘米)	深 度 (厘米)	矿 化 度 (克/升)
朱岩村	3	15—20	19.5	3.1	1.2	184—200	0.72
阎岩村	4	20±	30.8	5.2	1.4	137—156	0.96
金龙口村	6	30±	18.2	3.0	0.3	102—149	0.95
水驿村	11	50—70	3—32	1—2.9	0.3—0.8	103—160	0.6—1.2

粉砂壤土容易返盐，主要是大孔隙多，毛管导水性强和地面蒸发量大的缘故。土壤孔隙组成表明(表2)，粉砂壤土直径大于0.2毫米孔隙的容积百分数是粘土的3.4倍，直径0.1—0.2毫米孔隙的容积百分数，比粘土多88%。而直径0.05—0.005毫米小孔隙的容积百分数为粘土的58.5%。试验表明，地下水上升50厘米，粉砂壤土毛管水上升速度是粘土的一倍；当地下水上升100厘米时，粉砂壤土毛管水上升速度是粘土的10倍；地下水上升145厘米，粉砂壤土毛管水上升速度是粘土的18倍。

表 2

粉砂壤土与粘土的孔隙组成

孔隙直径 (毫米)	粉砂壤土							总孔隙度	0.05—0.005 毫米孔隙占总 孔隙的百分数	容 重 (克/厘米 <sup>3</sup> )	
	>0.2	0.2	0.1	0.05	0.03	0.01	<0.005				
	0.1	0.05	0.03	0.01	0.005		0.005				
孔 隙 数 量 (容积百分数)										(%)	
粉砂壤土	2.41	0.94	1.04	1.19	5.34	3.04	29.54	9.57	43.50	22.0	1.42
粘 土	0.68	0.50	1.26	2.40	7.78	6.20	31.13	16.38	49.95	32.79	1.25

从粉砂壤土和粘土地面蒸发量比较,当地下水位深95厘米时,粉砂壤土最大地面蒸发量是粘土的13倍,当地下水深145厘米时,粉砂壤土最大蒸发量是粘土的8倍。所以,粉砂壤土由于毛管导水性强,地面蒸发量大,地表易于大量积盐而形成盐碱土。粘土则不易盐碱化。

## 二、黄河背河洼地综合治理途径

针对背河洼地地下水受相邻黄河水的强烈地下补给,以及深层潜水的向上顶托,地下水位难以下降的特点,我们用浅沟排水除涝,再引黄河水进行放淤和种稻,抑制土壤返盐,收到了除涝治碱的良好效果。

### (一)浅沟排水

本区排水工程的设计以除涝为标准。具体是:

(1)毛排:深30厘米左右,间距60—80米。它对旱作区除涝和稻田调控田面水深度十分重要。

(2)农排:深100厘米,间距200—300米。为末级固定排水沟,主要任务是承受毛排来水并迅速排入斗排或支排,起降低耕作层含水量作用。

(3)斗排或支排:深1.5—2米,间距1000米,承受农排来水并迅速排入干沟,过水断面应达到控制区内5年最大暴雨不成灾为依据。

### (二)引黄放淤抑制土壤返盐

就是在轻质盐渍土表面引黄河水放淤,淤积粘质土层,利用粘土大孔隙少细孔隙多,毛管导水慢的特点,达到减少地面蒸发与积盐的目的。

1.放淤粘土层的厚度:根据定位观测和模拟试验,控制地下水位深150厘米左右,淤积的粘土层厚度30厘米上下,可使土壤基本不再盐渍化。从模拟试验结果(表3)可见:与非盐渍土对照相比,表层粘土厚30厘米、地下水深145厘米的Ⅲ号土柱,地下水上升地表需61天,比对照多10天;土壤表面最大蒸发量每天1.1毫米,比对照少0.2—0.3毫米。基本达到抑

表 3 不同厚度表层粘土对粉砂壤土水分上升速度的影响

		I	II	III	I	II	III	(对照)I
地下水位深(厘米)		95			145			195
地下水上升地表天数		7	12	23	12	30	61	51
表层深	毛管水平平均上升速度 (厘米/日)	3.8	1.22	0.8	3.03	0.70	0.46	0.52
10厘米	含水量(%)	26.5	26.26	28.22	24.39	25.39	20.33	13.18
全剖面毛管水平平均上升速度(厘米/日)		13.57	7.92	4.13	12.08	4.83	2.38	3.82

注: I为粉砂壤土, II为粉砂壤土上覆以厚15厘米的粘土层; III为粉砂壤土上覆以厚30厘米的粘土层。

制土壤盐渍化的要求。其它地下水深95厘米或表层粘土薄的处理,无论毛管水上升速度或地面蒸发量,都大于对照,不能起到抑制土壤盐渍化的作用。

## 2. 放淤区引水量的计算:

放淤粘土厚度确定以后,根据放淤的面积和预测的黄河水含砂量变化规律,就可以由公式(1)计算出放淤所需灌水量。由公式(2)计算出对引水渠道流量的要求。

$$\frac{S \times 250012}{W_1 - W_2} = Q_1 \quad (1) \quad \frac{Q_1}{86400 \times D} = Q_2 \quad (2)$$

式中: S为放淤区面积(亩);250012为每亩地需放淤粘土的干土重量(公斤,每亩666.7平方米×0.3米放淤粘土厚×1250公斤的每立方米粘土干土重);W<sub>1</sub>为放淤区进水含砂量(公斤/立方米);W<sub>2</sub>为放淤区出水含砂量(公斤/立方米);Q<sub>1</sub>为放淤区需要引水总量(立方米);86400为一个流量渠道的日输水量(立方米);D为一年中可供放淤天数;Q<sub>2</sub>为放淤区需要引水渠的设计流量(立方米/秒)。

当年可供放淤的天数和黄河水的含砂量,可根据已有资料进行推算。以上公式(1)用于农田放淤合适,如在坑洼塘不平地放淤,还应在计算引量基础上,再加上填平坑洼所需的水量。

3. 确定放淤面积: 农田放淤常利用原有灌排渠道进行,如引水量大而放淤面积小则投资增加,如放淤面积大引水量小则落淤薄质量差。根据下面公式(3)可求出放淤粘土厚30厘米,在现有引水量下的最大放淤面积:

$$\frac{Q_2 \times 864000 \times D \times (W_1 - W_2)}{250012} = S \text{ (亩)} \quad (3)$$

式中: S(亩)为允许最大放淤面积;Q<sub>2</sub>(米<sup>3</sup>/秒)为放淤区引水渠流量。

一般放淤二个流量,放淤面积100—500亩,引水50—60天为合适。

## (三)种稻改良盐渍土

利用种稻过程中田面淹水灌溉造成田面水不断向下淋洗,促使耕层土壤盐分向下移动和水稻的正常生长。本区土壤盐渍化特点是表聚性强,地表含盐量高,耕层平均含盐量低,全剖面平均含盐量更少(表4)。在用矿化度0.4克/升左右的黄河水灌溉淋洗下,土壤盐份不断下移,表层土壤开始脱盐,为水稻正常生长创造了条件。

种稻过程中,稻田渗漏水会抬高稻区周边旱地地下水位,引起土壤次生盐渍化。防治途径可在容易返盐的粉砂壤土上放淤30厘米厚粘土,抑制表土返盐。另外,在稻区和旱作区间布置截渗沟,或将稻田连片分布在地势低洼处等,都能达到防治稻区周边盐渍化的目的。

表 4 黄河背河洼地区土壤盐分垂直分布

深度(厘米)	0—1	0—30	0—60	0—100	0—150
含盐量(克/千克)	12.5	1.6	1.1	0.9	0.7

注:表中数据为34个土壤剖面平均值。

## 参 考 文 献

- [1] 宋荣华、单光宗等,黄河浸润盐渍区的治理。土壤学报,1981。
- [2] 宋荣华、邵希澄,引黄放淤和种稻抑制土壤返盐的技术及其机理。黄淮海平原治理与开发研究文集,1987。
- [3] 宋荣华、蒋正琦,引黄放淤和种稻改良盐渍土的作用。国际盐渍土动态学术讨论会论文集,1990。
- [4] 宋荣华、蒋正琦等,黄河背河洼地水稻高产栽培技术,农业现代化,1992。
- [5] 宋荣华、蒋正琦等,黄河背河洼地稻茬麦减产原因及增产技术的研究,黄淮海平原封丘试验区综合治理技术研究论文集,1990。