

江淮滨海重盐土地区水稻节水灌溉可行性试验初探*

袁宇明 潘昌保

SS-11071

(江苏省沿海水利科学研究所 江苏东台 224200)

摘要 该试验主要研究重盐土地区水稻实行节水灌溉的可行性。灌溉对比试验分为控制稻田土壤三种不同的含水率(I~III试区,分别控制含水率为饱和含水率的80%,90%,100%)、薄水层(IV试区)和常规灌溉(V试区)五种不同情况进行。初步试验表明:I~IV试区的灌溉水量仅为常规灌溉V试区的20.8%~50.1%;I~IV试区的产量在2947.2~7524.7 kg/hm²之间,其中III试区单产已达常规灌溉V试区的90%。

关键词 重盐土;节水灌溉;控制灌溉;滨海地区;水稻;灌溉技术

水稻控灌技术是一种充分发挥水稻自身调节机能和适应能力的灌水技术。随着工农业生产的发展和人口的增长,在世界性的水资源供需矛盾日趋紧张的情况下,研究和推广运用农业节水高产的新灌溉技术,已引起人们的高度重视,并做了大量的实际工作。而在重盐土地区种植水稻能否应用节水灌溉技术罕见报导。如果在该类地区种植水稻节水灌溉可行,那对于盐渍土改良开发利用和解决沿海滩涂旱改水淡水资源不足的困难,具有重大的现实意义。

1 基本情况

1.1 自然地理

试验于1997年5月至10月在江苏省大丰市华丰农场中心河以东,五中沟以北,距海堤1 km处进行,为东经120.7°,北纬33.2°,地面高程2.8 m,年平均气温14℃~15℃,无霜期210 d,全年光照2000 h以上,年降雨量1000 mm左右。该区为长江流域气候区,有明显的海洋性和季风性特征。该区在成陆过程中受海水渗杂影响,历经海水沉积,形成面积达70万hm²的盐渍土。由于成陆后多次海侵,该区地下水属氯化钠、重碳酸盐、钙镁类的衍生水。试区表层土机械组成为:大于0.075 mm占1.34%,0.075~0.005 mm占94.66%,小于0.005 mm占4.0%。试区表层土pH值为8.65,密度1.6 g/cm³,全盐含量3.87%(其中氯离子含量1.91%),有机质1.47%,速效氮64 mg/kg,地下水矿化度高达30 g/L以上。

1.2 试验处理

试区总面积为4000 m²,根据设计要求分为5个试验小区,每个小区面积为40 m×17 m=680 m²,小区之间有宽度为3 m的隔水排沟,试区东侧为灌溉条沟,西侧为排水条沟,沟深1.7 m。灌溉用水通过中心河提水东输。水稻栽插行距20 cm,株距12 cm,每公顷株数为33~37.5万。水稻试验品种是武育梗3号,田间管理同常规。试区1997年5月泡田淋盐,6月1日栽插,10月6日收割。

试验设计分5种不同情况进行处理:①控制土壤含水率为饱和含水率的80%(I试区);②控制土壤含水率为饱和含水率的90%(II试区);③控制土壤含水率为饱和含水率(III试区);④控制田面水层深10 mm(IV试区);⑤控制田面水层深40~60 mm(V试区,即常规灌溉)。水稻各生育期田间水分控制是节水控灌的主要技术指标之一,控灌时间从分蘖前中期开始。分蘖后期是水稻高产的重要环节,为控制无效分蘖,其田间控制水分指标下限为土壤饱和含水量的60%。水稻黄熟期因生理生态需水逐步下降,不再灌水,自然落干直至收割。各生育期田间水分控制设计指标见表1。

2 试验结果

2.1 水稻长势考察与考种成果

根据田间作物长势考察结果,可以较明显地看出:控制灌溉的3个试区与常规灌溉区相比,植株较矮,主根层较深,茎秆坚韧,抗倒伏性能好。从I试区

第一作者简介:袁宇明,男,工程师,从事农田水利研究。

* 本文为课题《重盐土地区水稻控灌技术适应性研究》阶段成果,参加的研究人员还有王士恒、仲欣、吴国强、王剑、李祥华等。

表1 水稻不同生育期各试区田间水分控制指标

试区	返青期		分蘖期				拔节期		孕穗期		抽穗期		乳熟期		黄熟期	
	上	下	前、中期		后期		上	下	上	下	上	下	上	下	上	下
			上	下	上	下										
I	50~30	100	15~0	80	0	60	0	80	0	80	0	80	0	80	0	自然
II	50~30	100	15~0	90	0	60	0	90	0	90	0	90	0	90	0	落
III	50~30	100	15~0	100	0	60	0	100	0	100	5~0	100	0	100	0	干
IV	50~30	100	15~5	100	15~5	60	15~5	100	15~5	100	15~5	100	15~5	100	15~5	
V	60~40	100	60~40	100	60~40	晒田	60~40	100	60~40	100	60~40	100	60~40	100	60~40	

注:表中“上”表示土壤水分上限值,指田间水面灌水深度,单位:mm;“下”表示土壤水分下限值,指耕层土壤饱和含水量的百分比值,%。

到Ⅲ试区,还可以发现穗数、穗长、结实率、总粒数、千粒重、干物质重以及单产等项指标均呈上升趋势,以其中最好的Ⅲ试区和常规灌溉的Ⅴ试区相比,结实率大体持平,主根层深大于2 cm,千粒重高出2.18 g,见表2。

表2 不同控灌方式对产量及其构成因子的影响

试区	株高/cm	主根层深/cm	结实率/%	千粒重/g	单产/(kg·hm ⁻²)
I	61	15	76.05	19.34	2947.18
II	61	15	90.41	23.45	4363.67
III	67	16	94.25	25.25	7524.70
IV	74	16	95.67	22.21	6569.37
V	74	14	94.49	23.07	8402.37

注:产量按36万株/hm²计算。

2.2 灌溉用水与节水效果

灌水次数和灌水量除按设计要求进行外,还必须兼顾降雨、灌溉水源等其它因素。江淮滨海地区降雨比较丰沛(但时间分配不均衡),试区降雨利用充分,有时受制于灌溉水源,造成田面水滞蓄时间长,排水次数少的态势,因而节水效果明显,灌溉水的生产效率也较高,见表3。

表3 不同控灌方式的灌水量、生产效率及节水效果

试区	生育期灌水量/m ³	灌溉水的生产效率/(kg·m ⁻³)	节水/%
I	59.6	3.36	50.1
II	66.3	4.48	44.5
III	78.0	6.56	34.7
IV	94.7	4.74	20.8
V	119.5	4.78	—

注:水稻生育期内降雨(共342 mm)和泡田水量均未列入表中计算。

2.3 稻田田面水质及表层土壤盐分变化

试区灌溉用水由于渠道沿程土壤盐分的逐步溶解,加之试区又在提水站下游,因而不能保证进入试

区后的水质。由于灌溉水进入试区后滞蓄时间较长,排水次数不多,一方面使原本含量较高的土壤盐分迅速溶解,降低了表层土盐分含量;另一方面被溶解的盐分又使田面水盐分含量增高。据观测,稻田田面水质一般在0.05%~0.3%之间,大多数时间在0.2%上下变化。

江淮滨海地区土壤中多为易溶盐,根据多年来研究的水盐运动一般规律,盐分既能随蒸发积聚表层,又能随渗流转移到下层或排走。土壤内盐分变化主要受土壤水和地下水运动的影响,而种稻淋盐改良盐土是已被证实并被推广使用的一项行之有效的技术措施。因此重盐土地地区的节水控灌会制约土壤的淋盐排盐速度。又由于该区土壤潜水平均埋深较小,河水位受海水和潮水顶托影响则使其排泄不畅,所以试区内土壤盐分总体含量偏高不下。据试验资料,控灌试区含盐量最高可达0.6%,而常规灌区最高也达0.57%(除分蘖后期和黄熟期自然落干以外)。盐分各生育期平均值及变化范围见表4。

2.4 节水原因分析

节水主要原因是:①降雨利用率较高。控制灌溉因分蘖中后期田面不再建立水层(或薄层),土壤含水率偏低,土壤容蓄能力较大,多余水的溢流量或排水量小,大大提高了降雨利用率。②渗漏量减小。控制灌溉因田面无水层或只有薄水层,水的渗透压力减小,渗漏速度减慢,因而田间总渗漏量减少。③蒸发腾发量减小。水稻控灌在无水层期间水稻的棵间蒸发只是土壤的表面蒸发,蒸发强度明显减弱,植株蒸腾也明显减弱。节水控灌全生育期无水层天数为90~110 d,而常规灌溉无水层天数仅为20~40 d。由于腾发量的大幅度下降,所以节水效果十分明显。

表4 土壤表层(0~10 cm)不同生育期盐分平均值及变化范围

试区	分蘖期				拔节期		孕穗期		抽穗期		乳熟期		黄熟期	
	前、中期		后期		均值	范围	均值	范围	均值	范围	均值	范围	均值	范围
	均值	范围	均值	范围										
I	0.44	0.36~0.49	0.57	0.48~0.66	0.42	0.35~0.50	0.57	0.39~0.60	0.48	0.46~0.50	0.50	0.32~0.58	0.51	0.27~0.79
II	—	—	—	—	0.31	0.30~0.36	0.39	0.34~0.45	0.48	0.48~0.52	0.48	0.28~0.60	0.45	0.29~0.59
III	0.33	0.32~0.34	0.33	0.28~0.37	0.35	0.31~0.41	0.43	0.40~0.49	0.46	0.40~0.48	0.48	0.38~0.58	0.46	0.30~0.59
IV	0.36	0.29~0.39	0.46	0.43~0.50	0.47	0.42~0.55	0.57	0.51~0.58	0.56	0.54~0.59	0.50	0.41~0.57	0.29	0.17~0.39
V	0.23	0.19~0.26	0.20	0.12~0.25	0.15	0.08~0.24	0.24	0.22~0.34	0.33	0.25~0.40	0.34	0.24~0.57	0.65	0.50~1.00

3 结论与探讨

a. 1年多的初步试验实践表明,在水利基础设施具备、淡水灌溉条件保证且排水条件良好的前提下,江淮滨海重盐土地区水稻进行节水控灌是可行的,水稻的生理节水(稻体的蒸腾量)、生态节水(棵间蒸发、田间渗漏量)和降雨有效利用量等主要技术指标明显优于常规灌溉.4个控灌区产量在 $2947.2 \sim 7524.7 \text{ kg/hm}^2$ 之间,灌溉水量是常规灌溉的 $20.8\% \sim 50.1\%$.这对于沿海重盐土地区的开发利用,具有开拓性意义.

b. 从4种不同的节水处理的结果综合分析,土壤水分控制在饱和含水率的试区,是4种处理中效果最好的一种.试验表明,该试区水稻根系发达,有利于增强其吸收功能;茎秆矮而粗,有较强的抗倒伏性能;根层土壤中的水、肥、气、热比较协调,无烂根现象.结实率 94.25% ,千粒重 25.25 g ,产量 7524.7 kg/hm^2 .灌水量比对照区节约 34.7% ,灌溉水的生产效率为 6.56 kg/m^3 ,比对照区高 37.2% .

c. 试验结果也表明,在重盐土地区实施节水控灌时,在水稻返青期是不能缺水的.由于土壤盐分较高,秧苗的适应能力较低,如水分不足,导致根系发育不良,影响分蘖,严重的甚至影响稻秧活棵,脱水枯死.灌溉水矿化度要低于 0.2% ,田面水层一般控制在 $30 \sim 50 \text{ mm}$ 为宜.分蘖早期要注意观察水稻长势,适当调控土壤水分,促进秧苗的有效分蘖,不要过早停灌干田.土壤耕作层盐分要控制在 0.35% 以下,否则极易造成水稻秧苗滞长、枯黄、分蘖推迟和有效分蘖减少的不良现象.

d. 由于在节水条件下限制了稻田淡水淋盐,加之排水次数又明显减少,盐分在土壤内部由于降雨或蒸发多产生垂直方向的交换,而通过水平运动使土壤盐分降低的几率较少,土壤脱盐效果不明显,土体内总的盐分含量下降甚微.由于节水控灌稻田土壤盐分偏高,有时超过了其相应的耐盐限度,对水稻的生理生殖生长产生负面作用,对穗长、结实率、千粒重等产量影响因子不利.这也是节水控灌试区单产低于对照区的主要原因之一.

e. 有几个问题值得注意和探讨:①重盐土地区实施节水控灌,灌溉水源和水质一定要有保证.控制灌溉的田间水分状况长期处于水稻正常生长的下限,次灌水量小,一旦供水不及时或水质不好,就会影响水稻的正常生长,严重时甚至导致秧苗的滞长或成片枯死.如1997年6月8日至24日,试区连续16d未降雨,而灌溉渠中又无水可灌,严重制约了水稻生长,也直接影响到试验结果.②栽插前要进行淡

水冲洗(泡田)和田面平整.由于重盐土区本身的土壤盐分就高,不具备基本的立苗条件,不进行3次以上的淡水冲洗,使耕作层土壤含盐量控制在 0.35% 以下,就不能保证秧苗活棵,更谈不上节水控灌了.田面平整不好,灌不到水的地方就会死苗,甚至再生根达到 2 cm 的秧苗也同样会枯死.③辩证处理好节水与排水的关系,适时适量地增加换水和排水的次数,降低土壤盐分含量还是很必要的.④关于进一步培育水稻耐盐高产新品种,进一步研究以不同生育期的生理生态指标作为节水控灌的依据,以及总结出在更大规模范围内推广的技术要领等,尚待进一步深入探讨.

参考文献

- 1 刘复新.水稻高产节水灌溉技术的分类研究.中国农村水利水电,1998,185(3):10~12
- 2 王士恒,仲跃.推广水稻控灌技术节水高产初析.江苏水利科技,1996,64(3):16~19
- 3 胡毓骥,李英能.华北地区节水型农业技术.北京:中国农业科技出版社,1995

(收稿日期:1998-06-12 编辑:熊水斌)

·简讯·

韩国的治水方略

——兴建大中型水库,适时地调节排放量可大大减轻主要河流下游的灾情

1998年7月下旬至8月18日,韩国下了一场创历史纪录的大暴雨,造成337人死亡和失踪,7万多人受灾,总财产损失93亿美元.但是,专家认为,若不是韩国多年来坚持造林治水,暴雨造成的破坏将要更为严重.

韩国是个典型的多山国家,山地占整个国土面积的70%以上.全国各地峡谷密布,溪流纵横.由于山势陡峭,河流流程短,因此每年雨季来临,韩国经常出现山洪暴发.洪水不仅容易破坏农田、村庄和各种交通设施,而且不利于储存.韩国一直受到“春旱夏涝”的威胁,目前韩国的人均用水量也只有世界平均水平的 $1/11$.韩国从60年代初开始进行大规模的工业化建设.由于砍伐山林,开发矿山,建设工厂,扩大城市,植被、空气、水质等生态环境都受到比较严重的破坏,水旱灾害和工业污染日趋严重.

从70年代后期开始,韩国政府加大了环境保护的力度.在全国广泛开展植树造林运动,并实施了一系列鼓励绿化山林的政策措施.到1996年底,韩国的山林面积已达近645万 hm^2 ,占国土总面积的65%,这大大超过世界平均31%的水平.许多上年纪的韩国人说,虽然现在的河水清澈程度不能同50年代相比,但比起七八十年代来,包括流经汉城的汉江在内,应该说又由浊变清了.

韩国已经建成了9座多用途的水库和一座河口大堤,调节洪水18亿 m^3 .据韩国行政自治部中央灾害对策部最近向国会提供的资料,在1998年的这次洪水中,政府投资兴建的大中型水库,适时地调节排放量,大大减轻了汉江、洛东江和锦江等几条主要河流下游的灾情.

(摘自《上海译报》1998年10月15日C版)