

三江平原典型低湿地雨养农田水分特征*

王毅勇 杨 青 刘振乾

(中国科学院长春地理研究所 长春 130021)

摘 要 根据农田土壤水分要素实测资料,结合年度气象因素分析了三江平原大豆田水分收支及生长季农田土壤水分盈亏状况。结果表明,正常年份作物生育期内自然降雨基本能满足大豆蒸散耗水需求,发生季节性干旱且生育期降水与正常年份持平但分配不均时,大豆生长受到阶段性水分胁迫,农田水分收支平衡;若生育期降水量比正常年份少则大豆生长受到严重水分胁迫,自然降雨不能满足作物需水量。近年,该区季节性干旱频繁发生,研究农田水分平衡和区域水资源有效利用是很重要的。

关键词 三江平原 湿地 水分特征

Water characteristics of typical wetlands in the Sanjiang Plain. WANG Yi-Yong, YANG Qing, LIU Zhen-Qian (Changchun Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021), *CJEA*, 2001, 9(1): 43~45

Abstract According to the field experiments and the climate data in Sanjiang Plain wetland, the profit and loss of soil water in soybean field were analyzed. The results showed that the natural rainfall could meet the needs of soybean water consumption in normal years and the growth of soybean would suffer from water stress in arid season. The seasonal drought has taken place here frequently in recent years. So it is very important to study water balance and effective utilization of regional water resources.

Key Words The Sanjiang Plain, Wetlands, Water characteristics

三江平原位于我国东北部,北邻黑龙江,南抵兴凯湖,东起乌苏里江,西至小兴安岭和张广才岭,主要是由黑龙江、松花江、乌苏里江汇流冲积形成的低平原,总土地面积 10.89 万 km²,是我国沼泽湿地面积最大、分布最集中的区域。经过 50 年的农业开发,三江平原已成为我国著名的商品粮生产基地,为典型的雨养农业区,现有耕地面积约 457.2 万 hm²,旱作是主要耕作方式,大部分农田种植大豆。近年由于该区气候异常,加之大面积发展并灌种稻,三江平原的水资源出现危机,特别是季节性干旱时常发生,对农业生产稳产高产形成很大威胁。为此,进行了长期定位监测,研究农田水量平衡和作物水分利用效率,以寻求合理利用水资源,提高粮食产量,增强抵御自然灾害能力,持续发展农业的有效途径^[1]。

1 研究区域与研究方法

试验在中国科学院三江平原沼泽湿地生态站农田试验场内进行,该站位于东经 133°30′35″,北纬 47°35′11″,海拔高度为 55.6m,多年平均降水量为 550mm,土壤为草甸沼泽土,地下水埋深 6~7m。试验田面积 3.3hm²,是 1 个完整的人工农田集雨区,供试大豆品种为“保丰 8 号”,种植行距为 0.65m,南北陇向,试验田周围地势平坦,排水疏畅,基本符合农田试验及小气候观测的环境要求。采用黑龙江省水利科学研究所研制的中型称重式蒸渗仪观测农田蒸散及土壤蒸发,观测精度为 0.02mm,早、晚各观测 1 次;用气象常规 E601 测水面蒸发;用中子水分仪测土壤含水量;小气候观测采用自动采集系统,每 h 采集 1 次,观测项目有太阳辐射、大气温度、湿度、风速、土壤湿度及土壤热通量^[4]。

2 结果与分析

2.1 自然降雨与农田蒸散

该区属半湿润季风区,旱田基本为雨养农田,无灌溉设施。据 1980~1999 年洪河农场气象站气象资料分析,该区多年平均降水量为 551mm,季节内分配不均,其中 7~9 月份降水量占全年总降水量的 55.7%以上,

* “九五”中国科学院重大项目(KZ951-A1-301)和特别支持项目(KZ95T-04-01)及国家自然科学基金重大项目(49890330)共同资助

收稿日期:2000-07-18 改回日期:2000-08-08

1998~1999年均发生不同程度的季节性干旱,1998年5~7月累计降雨104.3mm,比历年同期减少100.3mm,但8~10月降雨达361.4mm,比历年同期多86.5mm,整个生长季降雨量410.7mm,仅比历年同期平均减少37.8mm,由于6~7月是大豆生长旺季,需水量大,降雨不足影响了大豆生长。1999年干旱更为严重,5~9月份整个生长季十分干旱,降水量仅为231.5mm,约为历年平均值的50%。其中7月份发生罕见持续高温,最高气温 $>30^{\circ}\text{C}$ 的天数持续达19d,而降雨仅42.1mm,比历年同期平均减少43.3mm,而同期水面蒸发量高达119mm;进入8~9月气温恢复正常,但降雨依然稀少,8月为78.2mm,9月仅12.1mm,分别比历年同期平均减少94.1mm和59.5mm。1998年与1999年大豆生长季累积降雨量和累积蒸散量见图1~2。由

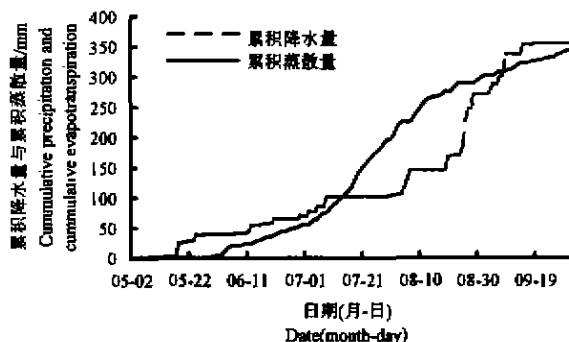


图1 大豆生长季累积降雨量与累积蒸散量(1998)

Fig. 1 Cumulative evapotranspiration and cumulative precipitation during soybean growth season in 1998

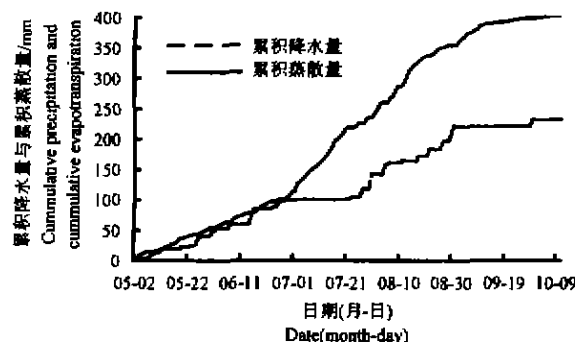


图2 大豆生长季累积降雨量与累积蒸散量(1999)

Fig. 2 Cumulative evapotranspiration and cumulative precipitation during soybean growth season in 1999

图1可知,5~7月中旬及8月下旬~9月降雨总量略大于蒸散总量,表明同期自然降雨基本能满足蒸散耗水量;7月中旬~8月中旬降雨稀少,农田蒸散量远大于同期降雨补给,发生严重干旱。1999年5~6月累积蒸散量略大于累积降雨量,比正常年份干旱;7月初~9月累积蒸散量远大于累积降雨量,旱情非常严重(见图2),由于大豆整个生长季始终受到水分胁迫,加之当年早霜灾害,造成三江平原大豆普遍减产,平均产量仅 $3000\text{kg}/\text{hm}^2$,且品质下降^[2,5]。

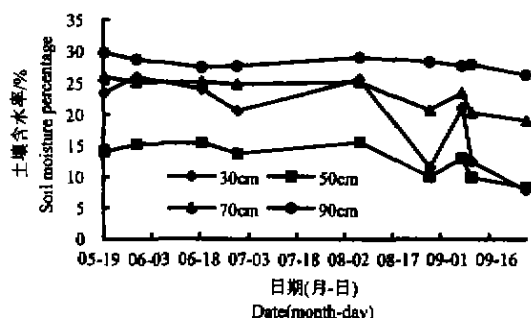


图3 三江平原大豆田不同土层土壤含水率季节变化(1999)

Fig. 3 Seasonal change of soil moisture percentage in different soil depths of soybean field of Sanjiang Plain in 1999

入与水分消耗制约,三江平原土壤层状结构不利于水分垂直交换,土壤水分补给主要来源于自然降雨,受季风气候的影响,该区降水量与蒸发量具有明显的季节差异,农田土壤水分存在季节性波动。由图3可知,因1998年秋季降水量较大,1999年春季(4月中旬~5月中旬)土壤水分储存较多,冬季在积雪覆盖下水分蒸发损失较少,春天冰雪融化后土壤含水量较大;进入夏季后气温升高,蒸发增强,土壤水分变化剧烈,每逢雨后上层土壤含水量急剧上升,之后伴随土壤表面蒸发失水其含水量急剧下降,而深层土壤含水量波动较小,由于夏季土壤水分支出大于收入,深层土壤含水量缓慢减小;秋季

2.2 农田径流与土壤水分状况

三江平原地势平坦,在土壤水分非饱和条件下农田降雨以入渗为主,但在春季化冻时表面冰雪融化,而土壤耕作层依然冰冻,融水无法入渗以径流形式排出,径流持续时间及流量的大小与冬季降雪量有关,1999年5月9~19日农田试验区累计径流量为 959.44m^3 。在充分湿润条件下农田蒸散量主要取决于太阳辐射、空气温度、湿度及风速等外部条件;在水分供应不充足条件下农田蒸散主要受农田土壤水分状况制约,并受外部气象条件影响。

土壤水量平衡受水分收

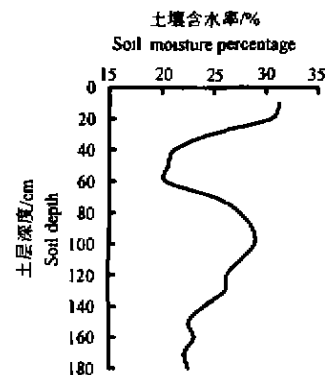


图4 三江平原大豆田土壤含水率垂直变化(1999-05-29)
Fig. 4 Vertical change of soil moisture percentage in the soybean field of Sanjiang Plain (on May 29, 1999)

干旱少雨,表层及深层土壤含水量均为全年最低点。1999年大豆生长季土壤含水率垂直变化见图4,由图4可知,三江平原旱地土壤水分垂直分布为0~20cm表层土壤水分随自然降水而波动,在约40~60cm土层深处有1层不易渗水的白浆土干层,其土壤本身土质粘重、含水量较少,且阻止土壤水分垂直交换,使土壤表层易旱涝;由白浆土干层向下至100cm土层深处土壤含水量有所增加,自120cm土层再往下至150cm深层土壤含水量又开始减少,至150cm深层以下土壤水分基本在23%~24%幅度内波动。

2.3 大豆生长期农田水分盈亏状况

在无灌溉条件下农田水分盈亏量(B)为农田水分天然补给量与作物需水量之差,即:

$$B=W'+(W_1-W_2)-E \quad (\text{其中 } W'=P+S-R-F) \quad (1)$$

式中, W' 为农田水分天然补给量, W_1 、 W_2 分别为作物生育期开始与结束时的土壤含水量, E 为作物需水量, P 为生育期降水量, S 为地下水毛管补给量, R 为地表径流量, F 为降雨入渗量。三江平原农田基本由沼泽化草甸开垦而成,土壤多为层状结构草甸沼泽土,表层土壤下约30cm处有1层不易透水的白浆土层对水分垂直交换阻碍较大,故式(1)中 S 及 F 可略去不计,式(1)可简化为:

$$B=P-R+\Delta W-E \quad (2)$$

P 、 R 与 ΔW 可实测得出, E 可根据彭曼公式 $E=\alpha E_0$ 来计算^[3],本研究根据大豆需水量实测资料确定三江平原地区大豆的 α 值为0.98,1998年7月虽较干旱,但8~9月降雨较多,土壤水分过于饱和,全生育期土壤水分仅亏缺43.09mm;1999年全生育期降雨量比正常年份少50%左右,土壤水分亏缺达188.06mm。

3 小 结

三江平原旱田表层土壤含水量受自然降水的制约,深层土壤含水量较稳定,土壤表层与深层之间水分交换很少,可略去不计。表层土壤易旱涝,正常年份自然降雨可基本满足大豆整个生长季的需水量,农田水分收支基本平衡;发生季节性干旱时,如果生育期降水与正常年份持平但分配不均,大豆生长受到阶段性水分胁迫,农田水分收支盈亏较小;发生季节性干旱时若生育期降水量比正常年份少,大豆生长受到严重水分胁迫,农田水分亏缺较大。

参 考 文 献

- 1 陈刚起,马学慧.三江平原沼泽开垦前后下垫面及水平衡变化研究.地理科学,1997,17(增刊):427~433
- 2 陈维新,胡朝炳,张兴全.农田蒸发与作物耗水量研究.北京:气象出版社,1994
- 3 由慧正,王会肖.农田土壤水资源评价.北京:气象出版社,1996
- 4 翁笃鸣,陈万隆等.小气候和农田小气候.北京:农业出版社,1979
- 5 谢贤群,吴 凯.麦田蒸腾需水量的计算模式.地理学报,1997,11(6):528~535