

东北半干旱区农田水循环中蒸散量的影响因素分析*

王孟雪, 张忠学, 魏永霞, 滕云
(东北农业大学, 哈尔滨 150030)

摘要: 通过对甘南试验基地大豆各生育期土壤含水量和生物量的测定, 利用水量平衡公式计算了蒸散量, 分析了田间蒸散量的变化, 测定各生育期叶面积指数, 讨论其对蒸散量的影响, 并且以常规气象资料为基础, 用相关分析法分析了各气象要素对蒸发量的影响程度。

关键词: 蒸散量; 叶面积指数; 气象要素; 土壤水分

中图分类号: S 161.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2767(2005)03-0004-03

Analyze on Evapotranspiration of Farm Land Water Cycling in Semiarid Area North - East

WANG Meng xue, ZHANG Zhong xue, WEI Yong xia, TENG Yun
(Northeast Agricultural University, Harbin 150030)

Abstract: Research on the experiment data of soil moisture and biomass during the period of soy bean in Gannan Experimental base, potential evapotranspiration was calculated with water balance method. We has analyzed the change of the estimation of evapotranspiration. By the survey of LAI in each growing stage, it is discussed that the influence of LAI on the evapotranspiration. Based on the data for routine meteorology, effect of each meteorological element on evaporation capality was analyzed.

Key words: evapotranspiration; Leaf Area Index; meteorological element; soil moisture

1 引言

我国北方半干旱地区是我国的主要农业区, 而水分资源却是制约该地区农业持续发展的主要限制因子。在这些地区, 充分利用天然降水和进行必要的补充灌溉就显得非常重要, 要做到这一点, 必须精确地计算出作物需水量。农田蒸发蒸腾在水量平衡中占有重要地位, 农田灌溉管理、作物产量估算和土壤水分动态预报等各项研究和水资源评价及合理利用等均需蒸发蒸腾资料^[1]。作物需水量的预测是灌溉预报的关键, 为了较准确地预先确定周期或估计非充分灌溉引起的减产率, 必须预测未来一段时间内作物需水量及其变化过程^[2]。因此, 农田蒸发蒸

腾理论及其计算方法的研究历来受到国内外学者的高度重视。

作物蒸散是农田水分运移转化的一个重要环节, 它包括作物蒸腾与土壤蒸发。对农田蒸散规律的研究, 是农田用水有效性研究的重要内容。在土壤-植物-大气连续体(SPAC)过程中, 农田蒸散与气象因素、土壤的供水状况及作物种类和长势等因素有关^[3]。农田蒸发蒸腾是土壤-作物-大气连续体水分运移的关键环节、与作物生理活动和产量有着极为密切的关系。因此, 农田蒸发蒸腾的理论和试验研究, 对于探讨农田节水调控机理, 促进“五水”^[2]转化关系的研究和水资源评价工作, 合理利用

* 收稿日期: 2005-03-03

基金项目: 国家“863”项目(2002AA2Z4251)

第一作者简介: 王孟雪(1982-), 女, 黑龙江省人, 硕士研究生, 主要从事农业水资源利用研究。张忠学为通讯作者, E-mail: zhangzhongxue@163.com.

农业水资源等都具有十分重要的意义。

2 材料与方 法

2.1 试验概况

田间试验在黑龙江省齐齐哈尔市甘南县试验基地进行,试区地处嫩江中游右岸,地理坐标为东经 122°54'6",北纬 47°35'7"。该地属于寒温带半干旱季风气候区,四季冷暖干湿分明,全年平均气温 2.6℃,无霜期 150 d,年平均活动积温 2 263.7℃,全

年日照时数 1 791 h,生长季节日照时数 1 303.9 h,多年平均降水量为 455.2 mm,雨量集中于 7~9 月。试区农业生产的主要限制因素为春旱,春季降雨少,春季降雨只有 40 mm 左右,仅占全年降雨量的 8.9%;蒸发量大,4~5 月份的蒸发量达 409.4 mm,接近全年降水量;春风强,4~5 月份八级以上大风日平均 7.4 次,占全年的 50%,从而加大了蒸发量。土壤为黑钙土,土壤容重见表 1。

表 1 各生育期土壤含水量

土层深度 (cm)	mm							土壤容重 (g/cm ³)
	苗期	开花	结荚	鼓粒初期	鼓粒	乳熟	收获	
0-10	25.29	39.38	39.48	34.38	29.50	26.35	35.03	1.25
10-20	29.48	39.66	39.66	37.15	37.15	28.78	25.95	1.23
20-40	44.01	75.21	75.21	74.37	74.37	65.95	58.14	1.28
40-60	42.34	73.71	73.71	76.53	76.53	63.58	65.46	1.27
60-80	50.44	78.67	78.67	80.99	80.99	66.83	72.58	1.37
80-100	59.39	75.75	75.75	80.37	80.37	71.43	75.32	1.41

2.2 研究方法

试验年份为 2003 年。供试作物品种为合丰 39。大豆分为 6 个生育阶段,从播种到收获依次为播种~出苗、出苗~开花、开花~结荚、结荚~鼓粒、鼓粒~乳熟、乳熟~收获。5 月初播种,10 月中旬收获。播种时氮、磷、钾全部作为基肥施用。坐水播种,坐水量为 60 m³/hm²,苗期补水量为 90 m³/hm²。其它管理措施与大田一致。

2.2.1 土壤含水量测定 对 0~100 cm 深度土壤含水量进行测定,剖面共分 6 个层次,即:0~10 cm、10~20 cm、20~40 cm、40~60 cm、60~80 cm、80~100 cm。表层(0~10 cm)运用土钻法进行测定,表层以下运用中子仪测定。

2.2.2 气象参数 利用试验区气象站观测蒸发量、气压、大气温度、空气湿度、地表温度、10 m 高度风速、太阳辐射等气象数据,自动气象站每分钟自动采集一次数据。蒸发量采用 E601 型蒸发皿测定。

2.2.3 叶面积指数测定 叶面积指数按作物生育期进行测定。每个生育期测定一次,测定时每个小区每个生育期随机取 15 株,叶面积用叶面积仪测定,然后求其平均值。

3 结果与分析

3.1 实际蒸散量的计算

采用间接法计算农田实际蒸散量 ET_m。根据实验小区土壤含水率和观测剖面的资料,采用水分平衡原理计算某一时段内作物的实际蒸散量。试验区地处平原地带,忽略地面径流,土壤为黑钙土,地下

水较深,在降雨时段前后,50~100 cm 的土壤剖面的含水量变化很小,因此不考虑渗漏。农田水分平衡方程可简化为:

$$ET_m = 0.1 \sum_{i=1}^n h_i d_i (w_2 - w_1) + R + I^{[4]} \dots\dots (1)$$

式中: n 为土壤含水量观测层次; h_i 为 I 层土层厚度; d_i 为第 i 层内土壤的容重; W₁ 和 W₂ 分别为时段开始时和结束时的第 i 层土壤含水量; R 为同时段内降雨量; I 为同时段内灌溉量。则日平均腾发量计算公式为:

$$ET_a = \frac{(P + I - Q - \Delta W)}{t} \dots\dots (2)$$

为了方便比较,将质量含水量转化成水层深度(见表 1),选取开花期~灌浆期生育阶段内测其蒸散量。

由计算得各生育期作物蒸散量见表 2。

由上面计算可以看出,大豆从苗期~开花~结荚期日平均蒸散量较小,开花、结荚期土壤含水量见图 1,苗期~开花~结荚阶段大豆植株较小,蒸散主要以土壤蒸发为主,植株蒸腾所占的比例较小,因此,此时蒸散量较小。随着气温升高和大豆的生长,作物蒸散和土壤蒸发逐渐增大,结荚~灌浆阶段内植株增长最为茂盛,蒸腾所占的比例也大,此时段内的日平均蒸散量为生育期内最高值,土壤蒸发所占的比例较小,作物蒸腾占据主导地位。鼓粒期叶面积指数达最大值、作物蒸腾量也最大,同时气温升高,加速作物蒸腾,农田蒸散量增大。虽然表层土壤

含水水分限制了地表蒸发,但此时作物根系发达,根系吸水能力强,可以从土壤深层获得水分,植物蒸腾

表 2 各生育期作物蒸散量

生育期	出苗~开花	开花~结荚	结荚~鼓粒初期	鼓粒初期~鼓粒	鼓粒~乳熟	乳熟~收获
天数(d)	56	14	10	18	16	15
降雨量(mm)	161.3	129.9	30.0	76.3	16.8	38.9
ET _m (mm)	141.34	39.29	37.61	63.05	22.78	24.25
ET _a (mm/d)	2.52	2.81	3.76	3.50	1.42	1.62

很大,因而总蒸散量增大。

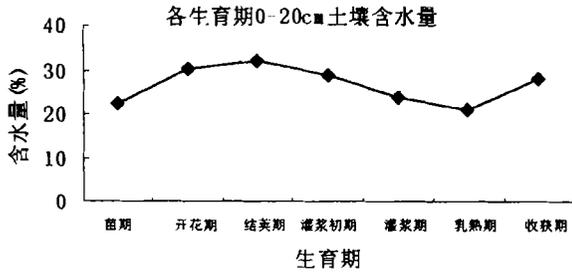


图 1 各生育期土壤含水量曲线图

3.2 叶面积指数对蒸散量的影响

2003 年度试区遭受百年不遇的特大干旱,从而使大豆各生育期的叶面积指数偏低。试验测得大豆的叶面积指数曲线见图 2,变化曲线为单峰型。苗期的叶面积指数最小,随生长期增长,与高度同时达到最大值后逐渐减少。大豆自播种至苗期这一段时间内,其农田蒸散量主要是地表的土壤蒸发。随着叶面积指数的增大,其植被覆盖度逐渐增大,植株蒸腾量逐渐增大。在鼓粒期叶面积指数达最大,此时叶面蒸腾和根系吸水作用增强,蒸散量最大,土壤含水量较开花期、结荚期小。后期因叶片衰老,绿色叶面积下降,导致土壤蒸发加大,因而后期土壤水分相应又比前期增大。

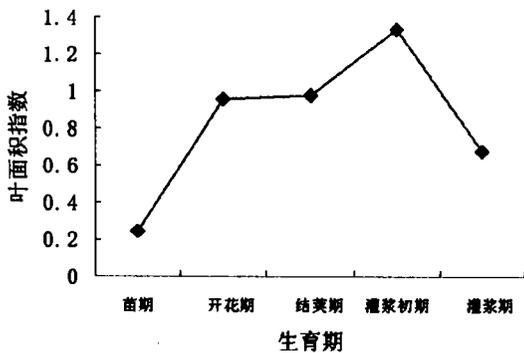


图 2 各生育期叶面积指数拟和曲线

3.3 气象要素对蒸散量的影响程度

将 2003 年大豆全生育期的常规气象观测数据和逐日水面蒸发量进行相关分析,以水面蒸发量作

为参考项,气温(t)、水汽压(ed)、湿度(r)以及 10m 高度风速(v)为比较项作相关分析,计算各气象要素与水面蒸发量的关联度。

G(r) = -0.83598 G(ed) = 0.62562

G(v) = 0.88779 G(t) = 0.64513

气温、水汽压、湿度、10m 高度风速的相关程度由大到小分别为:

G(v) > G(r) > G(t) > G(ed)

在作物生长期,蒸发蒸腾受天气条件的影响比较大,不同气象因子对蒸发蒸腾的作用不同。由相关分析可知,蒸发蒸腾与温度、风速、水汽压呈正相关,与湿度呈负相关。这是由于风与高温加速了植株蒸腾,同时也加速土壤蒸发,因此风速是影响蒸发蒸腾的主要因子,较大的风速可以提高蒸发蒸腾速率。湿度与作物蒸散的相关程度也比较大,达到了-0.83598,在湿度比较大的气候条件下植株蒸腾与土壤蒸发进行的比较缓慢,而较低的空气湿度有利于蒸发蒸腾。

4 结论

从大豆全生育期叶面积指数的变化看,大豆叶面积指数呈单峰型曲线变化,且峰值出现在 8 月下旬,这是因为此间正是大豆的鼓粒期,叶面积指数达到最大,生长最为旺盛,蒸发蒸散量最大,需水强度高,是需水关键时期,应保证此时植物的需水量。作物生育期内,气象因素对农田蒸散量有一定的影响,相对湿度和风速的影响相对较大,但气温变化的影响不显著。

干旱和水资源短缺是当前制约我国社会发展的重要因素,而农田蒸散量是水循环中的一个重要因子,因此对农田蒸散量的影响因素的研究对于有效利用灌溉水有重要的意义。

参考文献:

[1] 孙景生,刘玉民,康绍忠,等. 夏玉米田作物蒸腾与棵间土壤蒸发模拟计算方法研究[J]. 玉米科学, 1996, 4(1): 76-80

[2] 茆智,李远华,李会昌. 逐日作物需水量预测数学模型研究[J]. 武

黑龙江省农村富余劳动力转移的思路和目标及对策^{*}

欧阳怀东¹, 刘晓春², 栾秀荣³, 苗玉新⁴

(1. 黑龙江省农业经济研究所, 哈尔滨 150008; 2. 黑龙江生态工程职业学院, 哈尔滨 150080; 3. 黑龙江商业职工大学, 哈尔滨 158000; 4. 黑龙江省农科院, 哈尔滨 150086)

摘要: 站在协调人与自然的关系、城乡统筹发展、人力资源综合开发及全面建设小康社会、迎接入世挑战的战略高度, 规划设计了黑龙江省农村劳动力转移的总体思路与目标任务, 开创性的提出了文化创新与劳动力资源综合开发、营造国民待遇新制度体系、实施就业经济工程、国际劳务市场一体化、发展农村第三产业、创新金融支持系统等加速农村富余劳动力转移的宏观战略与行动方案, 突出强调了政府引导、农民主体、市场机制、城乡一体、健康有序、内外结合、层次推进、制度保障等科学的措施与对策。

关键词: 农村劳动力转移; 农村文化创新; 劳动力资源综合开发

中图分类号: F 304. 6 文献标识码: A 文章编号: 1002 - 2767(2005)03 - 0007 - 04

Rural Surplus and Train of Thought, Goal and Countermeasure Which the Workforce Shift in Heilongjiang Province

OUYANG Huai dong¹, LIU Xiao chun², LUAN Xiu rong³, MIAO Yu xin⁴

(1. Agricultural Economical Institute of Heilongjiang Province, Harbin 150008; 2. Ecological Technical Professional College of Heilongjiang Province, Harbin 150080; 3. Commercial Professional College Of Province, Harbin 158000; 4. Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

Abstract: Standing on the strategic height of coordinating the relation of humanbeing and nature, thorough development of urban and rural area, synthetical development of human resources, constructing well-to-do society and meeting WTO challenge, programmed the overall thought and goal of rural surplus workforce transference in Heilongjiang province. Propose that cultural innovation and workforce resource are developed synthetically, build the new system of national welfare, implement the project of obtaining employment economically, the international labour market integrates, develop the tertiary industry of countryside, innovate finance and accelerate rural surplus workforce transference stress the countermeasure of government guides, peasant's subject, market mechanism, combination of urban and rural area healthy and orderly development.

* 收稿日期: 2005 - 01 - 14

基金项目: 黑龙江省科技厅重点攻关项目(GB04D202)

第一作者简介: 欧阳怀东(1955 -), 男, 湖南省邵阳县人, 经济学学士, 研究员, 主要从事生态经济、农业经济、区域经济研究。

- 汉水利电力大学学报, 1995, 28(3): 253-259
- [3] Philip JR. Plant water relations: Some physical aspects [J]. Plant Physiol, 1966, 17: 245-268.
- [4] 罗金耀. 节水灌溉理论与技术[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2003. 1019.
- [5] 刘昌明. 土壤-植物-大气系统水分运行的界面过程研究[J]. 地理学报, 1997, 52(4): 366-372.
- [6] Kustas W P, JM Nonmain. Use of remote sensing for evaporation transpiration monitoring over land surfaces[J]. Hydrological Sciences Journal, 1996, 41(4): 495-513.