第21卷第2期 南京气象学院学报 Vol. 21 No. 2
1998年6月 Journal of Nanjing Institute of Meteorology Jun. 1998

甘肃西峰地区麦田蒸散研究

周 英 王贺亮 张谋草
(南京气象学院应用气象学系, 南京 210044)

摘 要 分析了西峰站连续四年的作物发育状况和土壤湿度观测资料, 得出了麦田蒸散耗水的基本规律。探讨了影响小麦生长发育和产量形成的关键需水期。提出作物耗水特性系数的概念, 并以此评判冬小麦各发育期水分的供需状况, 得出两年度冬小麦产量偏低的原因在于拔节—成熟期耗水特性系数明显偏小。建议及时灌孕穗水降低不孕小穗率, 灌灌浆水提高小麦千粒重。

关键词 零通量面, 水量平衡, 潜在蒸散, 作物耗水特性系数
分类号 S152.75, S512.1

甘肃省西峰地区因缺乏灌溉条件, 农业主要依赖于大气降水, 故属于雨养农业区。降水的多少与季节分配对于土壤水分的贮存和再分配起着十分重要的作用, 它直接影响作物的生长发育进程和产量高低。为了研究该地冬小麦作物需水规律, 我们分析了西峰农试站连续四年的作物发育状况和土壤水分状况的平行观测资料, 计算出各发育期的农田蒸散和作物耗水特性系数, 得出了影响冬小麦生长发育和产量构成的关键需水期, 从而更好地为农业生产提供参考服务。

1 资料来源及方法简介

土壤湿度资料取自西峰农试站1989～1992年对旱地麦田的实地观测结果, 测定方法为土钻法, 测量深度为2 m, 每10 cm 一层。取土时间为每月8日, 共设四个重复。冬小麦的测试品种为庆丰1号和长武131, 均属耐旱品种。麦田土壤质地为中壤, 平均土壤容重为1.29 g cm^{-3}。由于地下水埋深为40 m, 故在水量平衡中略去地下水补给项, 且忽略深层渗漏和地表径流。

农田蒸散的计算为水量平衡法(土壤含水量的变化取2 m 厚的土层) 和零通量面法(土壤含水量的变化深度以零通量面位置而定) [1]。潜在蒸散采用桑氏威特法和积温法求算 [2]。

2 结果与分析

在作物的生长发育过程中, 土壤水分的利用存在着很大差异。零通量面作为一项综合指标, 可以较好反映作物根系的动态吸水规律。由表1可看出, 随着作物的生长不断深入, 零通量

收稿日期: 1997-06-19; 改回日期: 1997-09-04
第一作者简介: 周英, 女, 1963年11月生, 博士研究生, 副教授

面的位置逐渐下移, 但出现 Z_H 最大值的时期因土壤贮水状况而异。1989年为少雨年(473.0 mm), 前期土壤贮水明显不足, 作物生长初期就需利用较深层土壤贮水, 至拔节—抽穗期 Z_H 达最大。1990年为多雨年(769.3 mm), 土壤旱情大为缓解, 初期仅用到浅层贮水。Z_H 随着发育进程逐渐下移, 至乳熟—成熟期达最大。就两年度全生育期的大气降水而言, 相差甚小(6.7 mm), 但零通量面位移的时空变化却差异很大, 这说明土壤墒情是一项重要的影响因子, 直接限制农田蒸散。

表1　各发育期零通量面 Z_H 位置

Table 1　Depths of zero flux plane in various developmental stages

年度		播种—停长	停长—返青	返青—拔节	拔节—抽穗	抽穗—乳熟	乳熟—成熟	合计
1989～1990	日期(日/月)	11/9～12/11	12/11～10/3	10/3～27/4	27/4～18/5	18/5～9/6	9/6～5/7	11/9～5/7
	降水量(mm)	95.9	30.8	69.6	104.8	11.4	111.0	423.5
	Z_H(cm)	110	90	130	170	130	130	
1990～1991	日期(日/月)	20/9～1/12	1/12～8/3	8/3～25/4	25/4～21/5	21/5～18/6	18/6～8/7	20/9～8/7
	降水量(mm)	163.2	20.2	47.9	18.5	174.8	5.6	430.2
	Z_H(cm)	70	110	110	130	130	170	

冬小麦田蒸散(表2)可以分为三个阶段: 播种—停止生长为第一阶段, 此期麦苗小, 长势弱, 耗水量较小, 且以土壤蒸发为主要支出项, 日蒸散量 $ET_{日}$ 不足2 mm。停止生长—返青为第二阶段, 此期气温低, 日照弱, 冬小麦进入休眠状态, 农田蒸散量达最小, $ET_{日}$ 不足1 mm。返青之后, 气温逐渐回升, 冬小麦的生长也日趋旺盛, 此时作物蒸腾成为农田蒸散的主要部分, 日蒸散的最大值在抽穗前后出现, 之后因植株叶片黄枯、生理功能的下降而导致日蒸散量减少。比较两年度全生育期的日平均蒸散量, 可以看出1990～1991年度明显大于1989～1990年度。尽管水量平衡法和零通量面法计算农田蒸散总量是1990～1991年度更为接近, 但各生育期的计算结果则是1989～1990年度更佳。为此我们进行了各发育期的计算结果相对误差分析(表略)。总体误差均小于10 %, 但各时段的值则是少雨年份更小。因为越是干旱的地方其零通量面的位置变化越是简单, 不会出现多个拐点的现象, Z_H 比较容易确定。

表2　农田蒸散量的计算结果

Table 2　Evapotranspiration calculations in various developmental stages　　mm

年度		播种—停长	停长—返青	返青—拔节	拔节—抽穗	抽穗—乳熟	乳熟—成熟	合计
1989～1990	ET_1	86.9	34.2	93.2	98.7	80.7	73.6	467.3
	ET_2	80.8	39.1	88.9	92.7	84.4	61.9	447.8
	$ET_{日}$	1.4	0.3	1.9	4.6	3.8	2.6	1.54
1990～1991	ET_1	78.7	55.9	56.3	104.7	136.0	42.5	474.1
	ET_2	100.6	53.1	73.8	89.4	110.5	49.3	476.7
	$ET_{日}$	1.3	0.6	1.4	3.7	4.4	2.3	1.68

分析冬小麦的产量构成(表3)可以发现, 1989～1990年度的不孕小穗率较低, 每穗粒数相应较多; 而穗粒重和千粒重则是1990～1991年度明显高于1989～1990年度。单位面积产量为1989～1990年度高于1990～1991年度。

表3 冬小麦的产量构成

Table 3 Yield construction of yield components of winter wheat

年度	不孕小穗率(%)	每穗粒数	穗粒重(g/穗)	千粒重(g)	产量(kg m^{-2})
1989～1990	18.6	24.7	0.8	32.0	0.398
1990～1991	22.4	17.7	0.9	47.3	0.386

究其原因,可以从土壤水分的收支考虑。冬小麦通常在拔节—孕穗期进行小穗分化和小花分化,如该期缺水则小花将大量死亡,造成不孕小穗率增加,穗粒数减少。1989～1990年与1990～1991年同期降水比较,前者较多(多12 mm),日蒸散量较大(大1.1 mm),故有利于小穗与小花分化。而决定穗粒重和千粒重的主要时期是抽穗—乳熟期,若该期缺水则会直接制约光合产物的形成,影响冬小麦的千粒重[5]。同期降水比较,1990～1991年为174.8 mm,1989～1990年为11.4 mm,日蒸散量也是前者(4.4 mm)明显大于后者(3.8 mm)。因此在冬小麦的产量形成过程中水分供应不足是造成这两年度的亩产均低于平均亩产的主要原因。为了从生理机制上探讨冬小麦耗水特性,这里引入耗水特性系数 k_c[4],它的表达式为

$$k_c = ET / E_0$$

式中 ET 为农田蒸散量,E_0为潜在蒸散量。

比较桑氏威特法和积温法计算的潜在蒸散值,发现两者比较一致(表略)。考虑到气温较低时积温法存在的局限性,本文选用桑氏威特法的结果求算作物各发育期耗水特性系数(表4)。表中 k_c^* 是李玉山根据陕西洛川观测资料所得[5]。比较甘肃西峰与陕西洛川两地的冬小麦耗水特性系数可以看出拔节—成熟期西峰地区的冬小麦生长更为缺水,k_c 值仅为0.6。而拔节以后正值冬小麦产量形成的关键时期,缺水势必影响干物质积累,导致产量降低[6]。如果冬小麦的生殖生长过程中及时浇灌孕穗水和灌浆水,则有利于小麦的幼穗分化和产量形成。

表4 各发育期耗水特性系数 k_c

Table 4 Values of water consumption characteristic coefficient for various stages

	播种—返青	返青—拔节	拔节—成熟	合计
ET(mm)	121.2	81.4	255.4	492.8
E_0(mm)	151.5	67.8	425.7	616.0
k_c	0.8	1.2	0.6	0.8
k_c^*	0.8	1.2	0.9	0.9

3 结论与讨论

根据甘肃西峰资料的计算可以得到以下几点

(1)冬小麦整个生长发育过程根据其耗水特点来分,可划为三大阶段:播种—停止生长,以土壤蒸发为主,日蒸散量较小;停止生长—返青,冬小麦进入休眠阶段,日蒸散量最小;返青—成熟,作物蒸腾为主要支出项,日蒸散量在此阶段的变化呈抛物线型,抽穗前后达最大。

(2)整个生育期分析农田蒸散的计算误差均小于10 %,但依发育期讨论则是少雨年优于多雨年,因为零通量面位置的确定更趋合理。

(3)拔节—孕穗期缺水直接影响不孕小穗率和穗粒数,而抽穗—乳熟期的干旱则导致穗粒重和千粒重的下降。

(4) 作物耗水特性系数是一项综合反映小麦生理耗水机制和生态供水特性的稳定性指标, 它可以指导农业生产部门及时作出灌溉规划。

(5) 1989～1990年与1990～1991年冬小麦作物亩产偏低的关键在于拔节—成熟期严重缺水, k_c仅为0.6, 而实际k_c应达0.9。故由k_c的相对大小即可确定灌水时间及灌溉量。

参 考 文 献

1 欧阳海, 周　英. 利用零通量面法计算农田蒸散. 干旱地区农业研究, 1990, (1): 77～83

2 陈文军, 周　英. 南京地区农田蒸散初步研究. 南京气象学院学报, 1991, 14(3): 325～331

3 龚绍先. 粮食作物与气象. 北京: 北京农业大学出版社, 1988. 47～48

4 张永科. 旱地冬小麦耗水规律的试验研究. 干旱地区农业研究, 1989, (3): 54～55

5 裴鑫德. 北京地区冬小麦需水量计算方法的研究初报. 北京农业大学学报, 1980, 9(4): 19～25

6 习耀国. 渭北旱塬的土壤蒸发和水分平衡. 干旱地区农业研究, 1990, (1): 18～23

A STUDY OF WHEAT EVAPOTRANSPIRATION IN XIFENG, GANSU PROVINCE

Zhou Ying　Wang Heliang　Zhang Moucao

(Department of Applied Meteorology, NIM, Nanjing　210044)

Abstract　Through analysis of soil water and phenological data of four successive years, regular pattern of winter wheat evapotranspiration was analyzed for the area of Xifeng, Gansu Province and the critical period of water requirement was determined during which water plays the most important role in the development and yield formation of the crop. A notion, water consumption characteristic coefficient, was presented and used for evaluating the status of water supply and demand in various developmental stages. Results showed that lower yield might be caused by a smaller coefficient during the period from elongation to ripening. Therefore booting water is needed for reduction of sterile spikelet and grout filling water for increase of grain weight.

Keywords　Zero flux plane, water balance, potential evapotranspiration, water consumption characteristic coefficient