

华北平原冬小麦田间蒸散与棵间蒸发的变化规律研究*

孙宏勇 刘昌明 张喜英 张永强 裴冬

(中国科学院石家庄农业现代化研究所 石家庄 050021)

摘要 试验研究冬小麦田间蒸散和棵间蒸发变化规律及其影响因子结果表明,播种~返青期冬小麦棵间蒸发占蒸散比例(E/ET)最大,抽穗~灌浆期最小。整个生长期期间棵间蒸发占蒸散量31.4%,棵间蒸发占蒸散比例(E/ET)与冬小麦叶面积指数(LAI)有一定关系, $E/ET = 0.3693 \times (LAI)^{-0.7493}$ ($R^2 = 0.8236$)。

关键词 冬小麦 田间蒸散 棵间蒸发

The changing laws of the diurnal evapotranspiration and soil evaporation between plants in the winter wheat field of the North China Plain. SUN Hong-Yong, LIU Chang-Ming, ZHANG Xi-Ying, ZHANG Yong-Qiang, PEI Dong(Shijiazhuang Institute of Agricultural Modernization, Chinese Academy of Sciences, Shijiazhuang 050021), CJEA, 2004, 12(3): 62~64

Abstract The changing laws and affecting factors of the diurnal evapotranspiration and soil evaporation between plants in the winter wheat field are studied in this paper. The results show that the ratio of evaporation to evapotranspiration is the most from seeding to recovering and it is the least from tasseling to grain-filling; the ratio of evaporation to evapotranspiration in the winter wheat field is about 31.4% during the whole periods; the equation of the relationship between the ratio of evaporation to evapotranspiration (E/ET) and LAI is $E/ET = 0.3693 \times (LAI)^{-0.7493}$ ($R^2 = 0.8236$).

Key words Winter wheat, Evapotranspiration, Evaporation between plants

土壤蒸发在水量平衡和水循环中占有重要地位,目前国内外学者在农田蒸散和水面蒸发测定方面积累了多种方法,包括水量平衡法、器测法、植物生理测定技术、微气象技术和红外遥感技术;在模型计算方面Penman(1945)提出可能蒸发公式以来,许多学者从多角度出发对其进行了完善及广泛应用。农田水量平衡各种计算模型中均用参照腾发量与作物系数的乘积计算作物总腾发量,而如何区分蒸发和蒸腾一直是扰人们的难题^[1]。国内外许多学者尝试用覆盖方法测定蒸腾、用假植法测定棵间蒸发^[5],但这些方法因其有缺点而尚待进一步改进和完善。本试验采用Microlysimeters和大型蒸渗仪测定了冬小麦田间蒸散与间蒸发量,研究了华北平原冬小麦田间蒸散与棵间蒸发的变化规律。

1 试验材料与方法

试验于2001~2002年在中国科学院栾城农业生态系统试验站进行,该站位于北纬37°50',东114°40',海拔高度50.1m,为太行山山前平原农业高产区,农业生产以冬小麦+夏玉米1年两熟制为主。区光热资源丰富,年均气温12.3℃,年均降水量480.7mm,但冬小麦季降水量仅为130mm左右,降水难以足作物生长;夏玉米生长期正逢雨热同季,基本能满足作物生长。供试冬小麦品种为“高优503”,2001年6月6日人工等行播种,播前深翻,播量160kg/hm²。施底肥二铵300kg/hm²及尿素150kg/hm²,追施尿素30kg/hm²,田间管理同大田。2002年6月11日收获。整个生育期间降水132.6mm。每天8:00和20:00用型蒸渗仪测定田间蒸散量,用IH-II型中子仪每5d测定1次土壤含水量,冬小麦生育期间每10d测定1次小麦生物量、密度和叶面积,用PVC管自制Microlysimeter(内径10cm,壁厚5mm,高15cm)置于行间测棵间蒸发量,设2个重复。每次取土时将其垂直压入土壤内并用塑料胶带封底,称重。每天用精度0.001kg的电子天平称重,2天内重量差值即为其蒸发量。为保证Microlysimeter内土体水分含量与结构大田相似,每隔3~5d更换1次器内原状土体。降雨或灌水后立即换土,气象资料用附近气象观测和自动气候观测站测定结果。

* 中国科学院知识创新工程重要方向性项目(KZCX-SW-317-02)、国家高技术发展(863)计划项目(2002AA2Z4231)和“河北平原典型地农业节水示范与地下水资源可持续利用”项目(02200202)共同资助

2 结果与分析

2.1 逐日田间蒸散与棵间蒸发的变化

由图1可知冬小麦生育前期土壤处于裸露状态,田间蒸散以棵间蒸发为主,总量也较小。但返青后小麦生长速度加快,作物蒸腾作用和蒸散量均明显增加。作物生长后期植株叶片功能逐步衰退,蒸腾作用开始减弱,棵间蒸发再次增强。且每次降雨过程后明显增加冬小麦田间蒸散和棵间蒸发量,但时间较短,表明农田蒸散和棵间蒸发不仅与能量密切相关,且与土壤含水量有密切关系。降雨后棵间蒸发比田间蒸散变化更明显,说明棵间蒸发主要发生在土壤表层。图1显示田间蒸散和棵间蒸发偶有负值现象发生,这主要由凝结水和降雨灌溉等因素引起的水分增加所致。

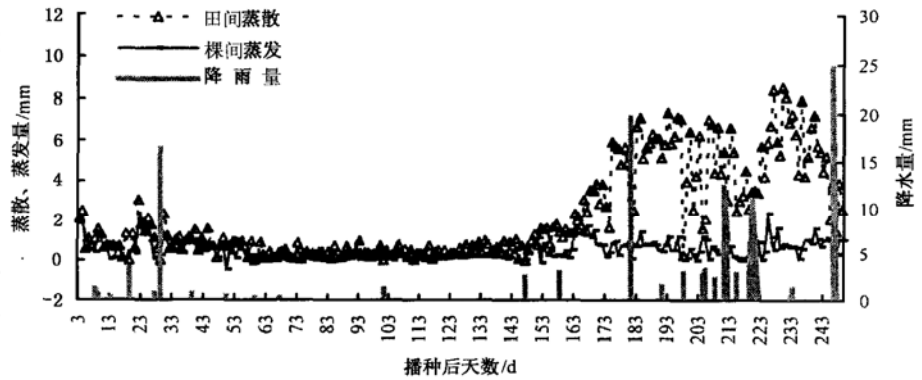


图1 冬小麦全生育期田间蒸散、棵间蒸发与降水量的变化

Fig.1 Changes of the evapotranspiration, evaporation and rainfall during the whole period of winter wheat

图1显示田间蒸散和棵间蒸发偶有负值现象发生,这主要由凝结水和降雨灌溉等因素引起的水分增加所致。

2.2 棵间蒸发占农田蒸散量比例 (E/ET) 的变化

由表1可知,播种~越冬期、越冬~返青期、返青~拔节期、拔节~抽穗期、抽穗~灌浆期和灌浆~成熟期冬小麦田日均棵间蒸发量分别为0.83 mm、0.36 mm、0.93 mm、0.67 mm、0.51 mm和1.01 mm,棵间蒸发

表1 冬小麦不同生长阶段田间蒸散与棵间蒸发的变化

Tab.1 The changes of evapotranspiration and evaporation in the winter wheat field during the different growing stages

项目 Items	播种~越冬期	越冬~返青期	返青~拔节期	拔节~抽穗期	抽穗~灌浆期	灌浆~成熟期	全生育期 The whole stage
	Seeding ~ overwinter	Overwinter ~ recovering	Recovering ~ elongation	Elongation ~ tassel	Tassel ~ grain filling	Grain-filling ~ maturity	
日期 月 日 Date(month- day)							
	10-06 ~ 11-30	11-30 ~ 02-23	02-23 ~ 03-30	03-30 ~ 04-19	04-19 ~ 05-08	05-08 ~ 06-11	
降雨量 / mm	23.60	1.60	5.50	21.10	30.90	49.90	132.60
田间蒸散 / mm	55.79	35.24	64.17	109.95	92.00	177.30	534.45
棵间蒸发 / mm	46.42	30.49	32.64	13.39	9.64	35.40	167.98
日均棵间蒸发/ mm	0.83	0.36	0.93	0.67	0.51	1.01	0.67
作物蒸腾 / mm	9.37	4.75	31.53	96.56	82.36	141.90	366.47
棵间蒸发占农田蒸散/ %	83.20	86.52	50.86	12.18	10.48	19.97	31.43

农田蒸散量比例分别为83.20%、86.52%、50.86%、12.18%、10.48%和19.97%。冬前和越冬期间棵间蒸发占农田蒸散量比例较大的原因主要是冬小麦生长前期裸露土壤较多,农田蒸散以棵间蒸发为主;越冬前60 mm水造成土壤的冻融作用,使土壤底层冻结而表层冻融交替土层较湿润,棵间蒸发量增大;返青~灌

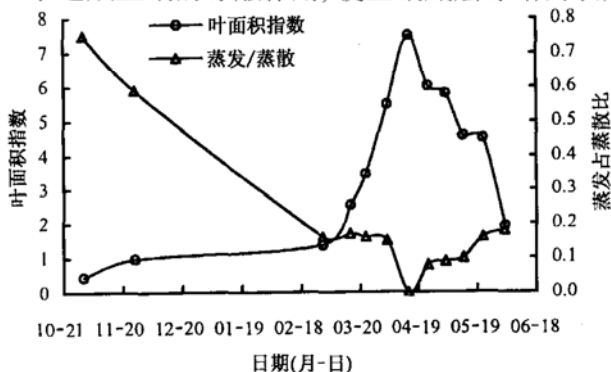


图2 冬小麦棵间蒸发占农田蒸散量比例与叶面积指数的关系

Fig.2 The relationship between the ratio of evaporation

期间冬小麦叶面积不断增大,棵间蒸发不断减少;灌浆~成熟期植株叶片衰退,叶面积逐渐减小,棵间蒸发占农田蒸散量比例增大。

2.3 棵间蒸发占农田蒸散量比例与叶面积指数的关系

棵间蒸发占农田蒸散量比例与叶面积指数有密切关系。随冬小麦叶面积不断增大,直射到土层面的太阳光逐渐减少,土壤中的能量和蒸发量相减少。图2表明播种~返青期棵间蒸发占农田蒸散量比例较大,随后逐步减少,抽穗期冬小麦叶面积指数达最大值,棵间蒸发占农田蒸散量比例达最小(之后又逐渐增大。其关系式为:

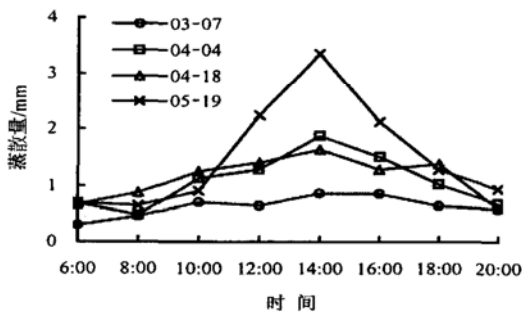


图3 不同时期冬小麦田间蒸散量日变化

Fig.3 The daily change of the evapotranspiration in the winter wheat field during different periods

本试验结果与刘昌明等²⁾和樊引琴等³⁾计算结果相似。

2.4 棵间蒸发、田间蒸散日变化

冬小麦不同生育期选择典型晴天自6:00~20:00每2h测1次田间蒸散与棵间蒸发量。由图3可知不同时期冬小麦田间蒸散量日变化趋势基本一致,峰值均出现在中午12:00~14:00间。不同时期随冬小麦的不断增长,田间蒸散量均有显著增加趋势,早晨和傍晚田间蒸散量增加不明显,而中午蒸

增加非常明显。5月19日田间蒸散量明显高于其他时间的

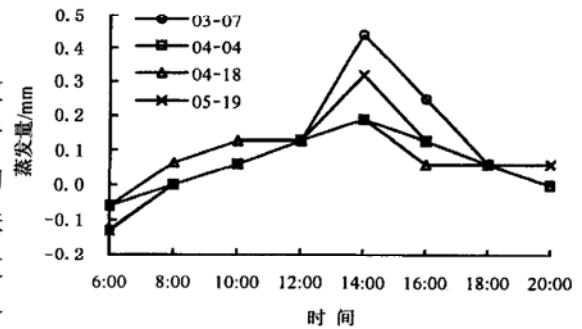


图4 不同时期冬小麦田棵间蒸发量日变化

Fig.4 The daily change of the evaporation in the winter wheat field during different periods

处理,而3月7日则明显低于其他处理。其原因是随植株生长和温度等环境条件的逐渐变化,作物蒸腾和棵间蒸发量均逐渐增加,导致田间蒸散量逐步增加。由图4可知冬小麦棵间蒸发与田间蒸散量日变化趋势相似,其峰值均出现在12:00~14:00间。3月7日棵间蒸发量最大,5月19日次之,其他2个时间处理最少。其原因主要为返青期冬小麦田叶片未完全覆盖地面,土壤裸露部分较多,接受太阳直射和土壤储存能量较多,使蒸发量增大;拔节和抽穗期冬小麦叶面积覆盖度增加,而辐射和温度等环因素变化不明显,减少了棵间蒸发量;灌浆期辐射和温度逐渐增加,棵间蒸发量增加。早晨棵间蒸发为负(其原因是夜晚形成凝结水并聚集在土壤表面,尤其是土壤表面较干燥的缘故所致。

3 小结与讨论

冬小麦整个生长季中约1/3的水分以蒸发形式散失,为无效耗水。其中播种~返青期水分散失尤为重,必须采取覆盖或其他有效措施进行节水。影响冬小麦作物棵间蒸发的因素包括大气条件(辐射、温湿、风速等)、土壤条件(质地、温湿度等)和作物因子(作物品种、发育期)^[4],需进一步探讨各因素及因素间对田间蒸发的影响。用Micro lysimeters测定冬小麦棵间蒸发是一种简单有效的方法,但Micro lysimeters的度、直径、在土壤中存放的时间与位置以及不同水分年型、灌溉制度和灌溉方式对冬小麦棵间蒸发的影响律尚待进一步探讨。

参 考 文 献

- 1 刘 钰, Fernando R. M., Pereira L. S. 微型蒸发器田间实测麦田与裸地土面蒸发强度的试验研究. 水利学报, 1999 (6): 36~39
- 2 刘昌明, 张喜英, 由懋正. 大型蒸渗仪与小型棵间蒸发器结合测定冬小麦蒸散的研究. 水利学报, 1998 (10): 36~39
- 3 樊引琴, 蔡焕杰, 王 键. 冬小麦田棵间蒸发的试验研究. 灌溉排水, 2000, 19(4): 1~4
- 4 王会肖, 刘昌明, 由懋正. 玉米、大豆棵间蒸发 Micro lysimeter 测定分析. 土壤 作物 大气系统水分运动实验研究. 北京: 气象出版社, 1997. 120~129
- 5 Zhang L., Le meur R. Evaluation of daily evapotranspiration estimates from instantaneous measurements. Agricultural and Forest Meteorology, 1995, 74: 139~154