

文章编号: 1000-694X (1999) 03-0272-04

河西绿洲区春小麦蒸腾蒸散的变化研究^{*}

王亚军¹, 谢忠奎¹, 小林哲夫², 兰念军³

(1 中国科学院 西北高原生物研究所, 青海 西宁 810000; 2 日本九州大学农学院, 日本 福冈市; 3 甘肃省农业科学院 粮食作物研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 在甘肃张掖绿洲区利用浮力称重式蒸散仪对春小麦蒸散量进行了测定, 对蒸散量的日变化和季节变化特征进行了论述。研究结果表明: 小麦田的日蒸散量在白天 12 00~ 16 00 达到最大, 夜间 20 00~ 08 00 最小甚至呈负值。灌溉前后蒸腾强度出现峰值的时间有所变化。但灌溉以后, 蒸腾与蒸散量均呈增大趋势。日蒸散量随着净辐射的增加而加大。在小麦不同的生育阶段, 蒸散量有所不同, 小麦拔节以前较小, 拔节以后开始增大, 灌浆期达到最大, 接近成熟时逐渐降低。

关键词: 绿洲; 春小麦; 蒸腾; 蒸散; 日变化

中图分类号: S161.42 **文献标识码:** A

长期以来, 国内外许多学者对农田的蒸散特点及主要影响因子^[1,2]、蒸散与作物产量的关系^[3,4]等进行了大量研究, 但对农田一天内不同时间的蒸散变化及影响因子的观测和分析还比较少^[5]。在中日合作 HEIFE 项目野外观测期间, 我们对黑河绿洲区春小麦的日蒸散特点进行了多年的研究, 并对蒸散量和蒸腾强度的日变化趋势进行了比较。

1 观测仪器和方法

蒸散量用浮力称重式蒸散仪测定。蒸散仪主要由内筒、外筒及飘浮系统 3 部分组成, 内筒装原状土柱, 面积为 2 000 cm², 深度为 1.5 m, 外筒盛水。

从播种期开始至成熟期为止, 每天 08 00 和 20 00 各测定 1 次。在各生育期及灌水前后选择一晴天进行春小麦蒸散量的 24 h 连测, 从 07 00 或 08 00 开始, 每 2 h 观测 1 次, 到次日 07 00 或 08 00 结束。同时进行地面气象资料的观测。为比较春小麦蒸腾蒸散的日变化规律, 用 LF-1600 对气孔阻力及蒸腾强度也进行了日变化观测。

2 结果与分析

2.1 春小麦不同生育阶段的蒸散量变化

从出苗开始, 分别将每 5 d 08 00~ 20 00 和

20 00~ 08 00 的蒸散量平均, 然后依据平均值绘图 1。不同生育期春小麦白天 (08 00~ 20 00) 蒸散量不同, 三叶期以前蒸散量很小, 三叶至拔节期开始增加, 拔节至灌浆期蒸散量相对较大, 其中抽穗前后最大, 成熟期蒸散量逐渐降低。夜间 (20 00~ 08 00), 春小麦蒸散量很小, 各生育期的变化也不大。

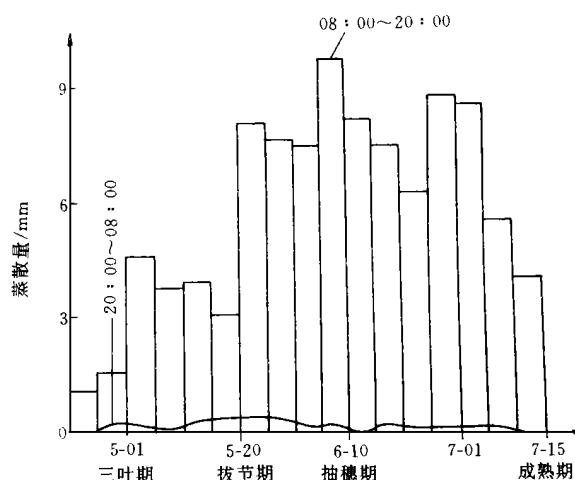


图 1 春小麦不同生育阶段昼夜蒸散量的变化

2.2 春小麦蒸散量的日变化

从 5 月 21 日 07 00 开始, 随着净辐射的增加, 气温、地温及叶温相应升高, 空气相对湿度降低, 使蒸散量增大, 13 00~ 15 00, 净辐射量最大, 叶

^{*} 收稿日期: 1998-12-29; 改回日期: 1999-01-21

作者简介: 王亚军 (1964—), 女 (汉族), 甘肃天水人, 助理研究员, 长期从事作物栽培研究工作。

温、地温达最高,相对湿度继续减少,蒸散量达全天最高值。17 00以后,净辐射减少,叶温、地温及气温降低,相对湿度开始增加,蒸散量随之减少。5月22日夜里01 00以后,由于水汽的大量凝结,使蒸散量成为负值(图2)。

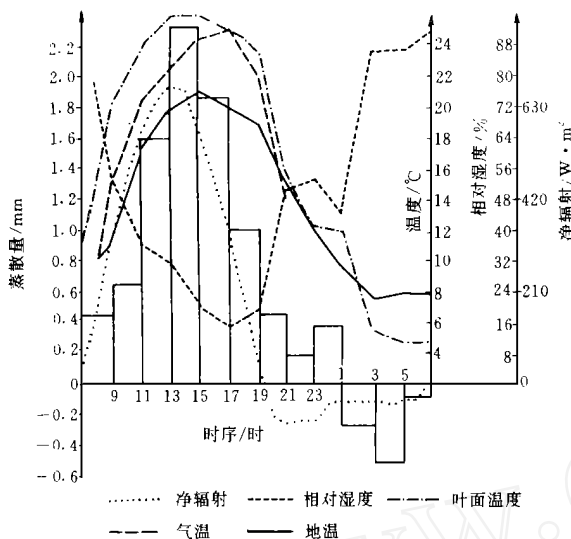


图2 春小麦蒸散量与重要气象因子的日变化

不同生育期08 00~20 00各时段蒸散量变化趋势基本相似(图3)。08 00~12 00蒸散量增加,12 00~14 00达最大,16 00以后逐渐减小。但蒸散量最大值相差较大,其中苗期峰值较小,抽穗前后峰值较大,使得各生育阶段蒸散量也不相同。

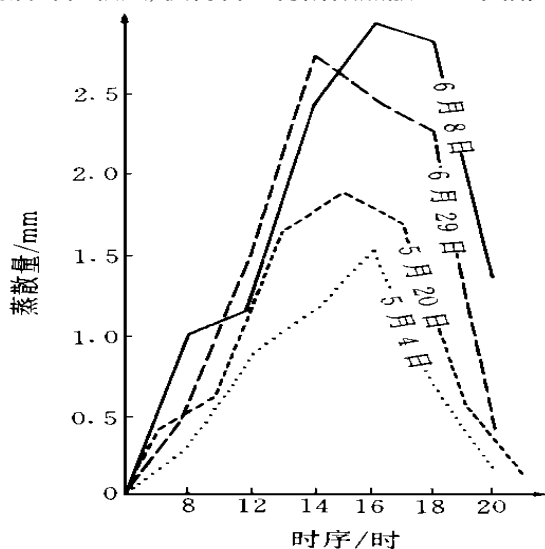


图3 春小麦不同生育阶段蒸散量日变化

2.3 春小麦蒸腾强度的日变化

图4反映了不同土壤湿度下春小麦蒸腾强度的

日变化趋势,土壤湿度愈高,春小麦白天的蒸腾强度愈大,土壤湿度较大时,春小麦一天中仅在13 00左右出现一个蒸腾高峰,但土壤湿度较小时,在12 00~13 00观测到一个明显的蒸腾低谷,从而在12 00及16 00前后分别形成蒸腾高峰,第2个高峰的蒸腾强度明显小于第1个高峰。

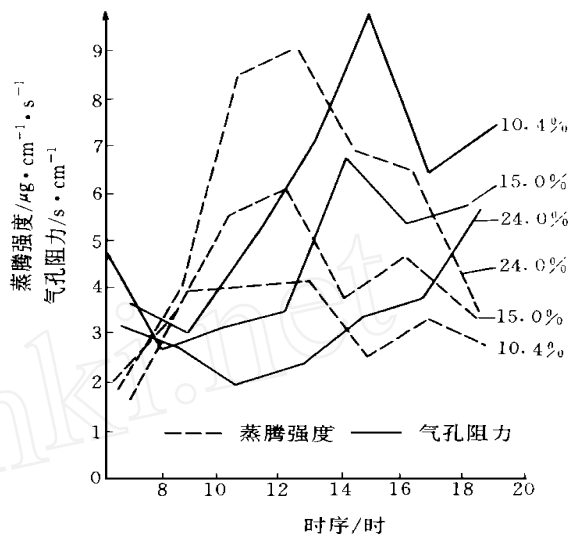


图4 不同土壤水分条件下春小麦蒸散与气孔阻力日变化

2.4 灌溉对春小麦蒸腾及蒸散的影响

为保证充分供水,春小麦生育期间共灌水5次(图1),其中5月1日及5月21日的2次灌水蒸散量明显增加,而其它3次灌水蒸散量增幅较小或没有增加。说明春小麦苗期灌水对蒸散量影响较大,而生育中后期灌水影响相对较小。

图5反映了5月21日灌水前后蒸散量和蒸腾

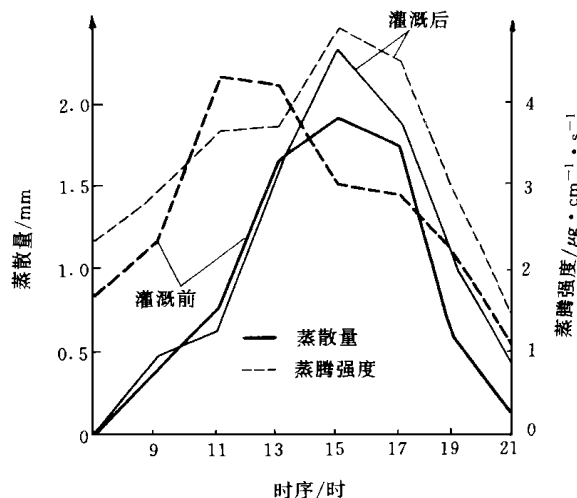


图5 灌溉前后春小麦的蒸散量与蒸腾强度的变化

强度的日变化情况, 07 00 时蒸散量逐渐增加, 13 00~ 15 00 时最大, 15 00 时以后逐渐减少。灌水前后的变化趋势相似, 但灌水后 13 00~ 21 00 时的蒸散量比灌水前均有所增大, 因而全天蒸散量明显增加。

虽然灌水前后蒸散量的最大值均在 13 00~ 15 00 出现, 但蒸腾强度达峰值的时间并不相同。灌水前蒸腾强度的最大值在 11 00~ 13 00 出现, 灌水后推迟到 15 00 前后。由于灌水后 15 00~ 21 00 的蒸腾强度明显增大, 使这一阶段的蒸散量相应增加。

蒸腾强度和蒸散量峰值出现的时间并不吻合, 说明拔节期裸地蒸发对蒸散量仍然有较大的影响, 拔节以后, 春小麦的叶面积系数逐渐增大, 通过叶面的蒸散相应增加, 蒸散受蒸腾量的影响也随之增大。从图 6 可看出, 挑旗期蒸腾强度与蒸散量达到峰值的时间基本接近。

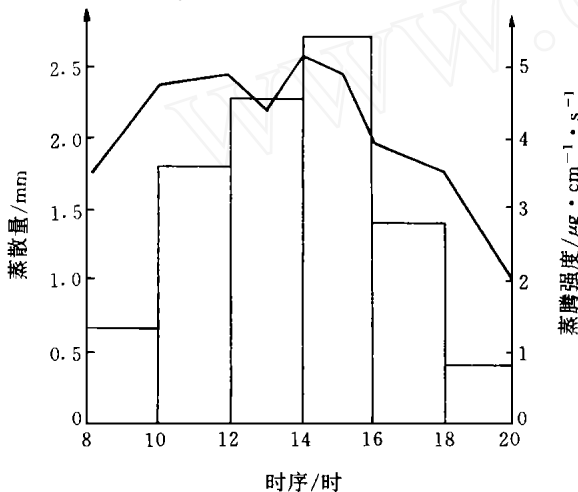


图 6 春小麦挑旗期蒸量与蒸腾强度的日变化

2.5 净辐射与春小麦蒸散量的关系

6 月份的蒸散量较大, 灌水对蒸散的影响较小, 另外, 夜间的蒸散量远远小于白天, 因而我们仅选用 6 月份每天 08 00~ 20 00 的蒸散观测资料及同时间的累积净辐射进行回归分析, 得到如下回归方程:

$$ET = 0.7911 + 0.2178R_n + 0.0126R_n^2$$

$$r = 0.8788$$

式中, ET 为 08 00~ 20 00 的蒸散量 (mm), R_n 为 08 00~ 20 00 的累积净辐射 ($\text{mJ} \cdot \text{m}^{-2}$)。由回

归方程看出, 净辐射增大, 蒸散量几乎呈线性增加, 说明净辐射对蒸散量有很大影响。

另外, 气温、地温、相对湿度与蒸散量也有一定关系。

3 对测定方法的几点认识

(1) 蒸散仪是一种测量精度较高的称重式仪器, 多年使用结果证明, 它能较为准确地测定绝对值高于 0.1 mm 的蒸散量, 因而可用于日蒸散量的观测和日蒸散规律的研究。

(2) 本仪器依据与土体相连的飘浮系统的相对位移来确定蒸散量, 如果测定过程中土体剧烈晃动, 将造成较大的误差。因而测定前或测定时不要晃动内筒, 刮风时要等风力较小, 飘浮系统相对稳定时测定, 也可在测定时加防风罩。

(3) 降雨天蒸散量的测定误差较大, 主要与降雨量的测定误差有关, 蒸散仪接纳的雨量与雨量计的测定有差别, 降雨时刮风误差更大, 因而, 首先要准确测定降雨量。

(4) 蒸散仪中种植的作物因多种因素的影响, 长势一般较弱, 因而应在生育期间加强管理, 促进它良好的生长, 使蒸散测定结果更具有代表性。

4 结论

(1) 春小麦拔节前蒸散量小, 灌溉后蒸散量明显增加。拔节至灌浆期蒸散量增大, 但由于春小麦根系向深层扩展, 根量增加, 吸收水的能力增强, 使得灌水对蒸散量的影响减小, 到成熟期蒸散量逐渐降低。

(2) 春小麦夜间 (20 00~ 08 00) 蒸散量较小或为负值, 各生育期间变化也不大。白天 08 00 蒸散量开始增加, 12 00~ 16 00 出现最大值, 16 00 以后蒸散量降低。不同生育时期日蒸散量的最大值不同, 一般拔节以前较小, 抽穗前后最大。净辐射对蒸散量有显著影响, 净辐射增加, 蒸散量增大。地温、气温、叶温、空气相对湿度等因子对蒸散量的日变化趋势也有一定的影响。

(3) 灌溉前后春小麦蒸腾强度的日变化趋势不同, 灌溉前蒸腾强度在 11 00~ 13 00 达最大值, 灌溉后最大值出现的时间推迟到 15 00 前后, 并且 15 00~ 21 00 的蒸腾强度明显增加。拔节期灌水前后蒸腾强度达到峰值的时间与蒸散量并不吻合,

说明这一时期裸地蒸发对蒸散量有较大影响。

参考文献:

- [1] 杨必仁, 董晓文. 渭北旱塬区的农田蒸散状况[J]. 干旱地区农业研究, 1994, 15(4): 57—61.
- [2] 毛瑞洪, 严菊芳. 渭北旱区冬小麦田土壤水分动态及农田水分平衡的研究[J]. 干旱地区农业研究, 1995, 13(4): 52—57.
- [3] 马文 E. 詹森. 耗水量与灌溉需水量[M]. 北京: 农业出版社, 1992.
- [4] 程维新. 作物耗水特性与农业节水[A]. 中国科学院台站网络作物耗水量研究课题组. 作物与水分关系研究[C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 28—36.
- [5] 谢忠奎, 雷波, 兰念军. 春小麦日蒸散规律的研究[J]. 高原气象, 1993, 12(2): 201—208.

Research on Variations of Evapotranspiration and Transpiration from Spring Wheat Fields in Hexi Oasis Areas

WANG Ya-jun¹, XIE Zhong-kui¹, Tetsuo Kobayashi², LAN Nian-jun³

(1. Institute of Northwest Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810000, China; 2. Faculty of Agriculture in Kyushu University, Fukuoka 812, Japan; 3. Institute of Cereals Research, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China)

Abstract: During the periods of observations on interaction processes between atmosphere-land (HEIFE), the rate of evapotranspiration (ET) from oasis spring wheat fields has been measured by a hydraulic evapotranspirometer (small lysimeter). The area cross section of a column of undisturbed soil inside the instrument is 0.2 m^2 with a depth of 1.5 m. This instrument can accurately measure the ET more than 0.1 mm.

The ET of spring wheat is small before the elongation stage, however it obviously increases after irrigation. And it increases from the elongation to milk-ripe stage. The irrigation at these stages has less effect on the ET because of the extensive growth of root system downward and the increase of water absorbed by the root system. The ET decreases with getting close to the mature stage. At night (20 00~08 00) the ET of spring wheat is small or negative throughout the growing season. In the daytime, the ET increases from 08 00 and reaches a maximum value between 12 00 and 16 00, then decreases. The peak values at different stages are not the same. Generally the ET is small before the elongation and gets to the maximum at around the heading stage. The net radiation has large influence on the ET that increases with net radiation. The ground surface, air and leaf temperatures exert their influence on the diurnal variation of the ET . The soil moisture influence greatly on the transpiration of spring wheat that increases with the soil moisture in the daytime. When the soil moisture was high, the transpiration rate went up to maximum with only one peak value (about 13 00). When the soil moisture was small, for a obvious decrease in the rate of transpiration at 12 00~13 00, there were two peaks of transpiration at 12 00 and 16 00, but the second peak was small than the first. The diurnal variations of transpiration of spring wheat before and after irrigation were not equal to each other. The transpiration reached a maximum value on the period from 11 00 to 13 00 before irrigation, however the peak is delayed until 15 00 after irrigation. In addition, the transpiration in the period from 15 00 to 21 00 becomes larger obviously by irrigation. At the elongation stage the peak values of ET and transpiration before irrigation did not appear at the same time. This implies that the soil-surface evaporation in this period dominates the ET .

Key words: oasis; spring wheat; transpiration; evapotranspiration; diurnal variation