

青海东部 4 种作物群落蒸散规律研究*

朱春来^{1,2,3}, 张耀生^{1,3}, 孙广春^{1,2,3}

(1 中国科学院 西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001; 2 中国科学院研究生院 生物系, 北京 100001;

3 中国科学院 高原生物适应与进化重点实验室, 青海 西宁 810001)

[摘要] 采用改进的离体连续快速称重法对 7~9 月燕麦(*Avena Sativa*)、豌豆(*Pisum Sativum*)、无芒雀麦(*Bromus Innermis*)、紫花苜蓿(*Medicago Sativa*) 枝和叶片的蒸腾速率、蒸腾量及土面蒸发量进行了测定。结果表明, 豌豆的枝蒸腾速率和叶片蒸腾速率均最高, 其次为紫花苜蓿和燕麦, 无芒雀麦最低。在 7~9 月中, 8 月 4 种作物整株和叶片的平均日蒸腾量均最高, 9 月次之, 7 月最低。4 种作物群落土面蒸发量的日变化无明显规律性。

[关键词] 群落蒸散; 土面蒸发量; 燕麦; 豌豆; 无芒雀麦; 紫花苜蓿; 青海东部

[中图分类号] S314

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)05-0107-04

Evapotranspiration measurements of four crop community in eastern Qinghai province

ZHU Chun-lai^{1,2,3}, ZHANG Yao-sheng^{1,3}, SUN Guang-chun^{1,2,3}

(1 Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining, Qinghai 810001, China;

2 Postgraduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100001, China; 3 Key Laboratory of Adaptation and Evolution of Plateau Biota, Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining, Qinghai 810001, China)

Abstract: Transpiration rate, transpiration quantity and ground evaporation quantity of plants and leaves of *Avena Sativa*, *Pisum Sativum*, *Bromus Innermis*, *Medicago Sativa* are measured by using improved QCWC (quick and continuous weighting after being cut off method) in July, August and September. The results show that transpiration rate of branch and leaves of *Pisum Sativum* is the highest in 4 crops, while *Bromus Innermis* is the lowest one. And average transpiration quantity of plants and leaves of 4 crops per day in August is the highest among 3 months, the second highest is in September, and the lowest one in July. Dairy changes tendency of ground evaporation of 4 crops have no typical regularity.

Key words: community evapotranspiration; ground evaporation quantity; eastern Qinghai; *Avena Sativa*; *Pisum Sativum*; *Bromus Innermis*; *Medicago Sativa*

青海东部大部分地区年降水量不足 400 mm, 干旱山区的农作物种植常常受到旱灾的威胁, 土壤水分管理成为作物栽培技术研究的重点内容。作物群落的蒸散特征是确定水分管理措施的重要依据。有关青海高原土壤水分动态的研究已有一些报道^[1-4], 但对作物群落的蒸散研究还不多见。测定高

原干旱区域主要农作物的蒸腾特性和土面蒸发量, 研究土壤水分动态变化, 对于科学管理农作物生产具有重要的意义。本试验选定该地区广为种植的燕麦(*Avena Sativa*)、豌豆(*Pisum Sativum*)、无芒雀麦(*Bromus Innermis*)和紫花苜蓿(*Medicago Sativa*) 4 种典型作物, 测定其群落蒸散量(蒸腾速率、蒸

* [收稿日期] 2006-03-28

[基金项目] 中国科学院知识创新工程重大项目(kzcx1-09-01); 中国科学院西北高原生物研究所知识创新重点研究领域项目(0254091211)

[作者简介] 朱春来(1979-), 男, 新疆昌吉人, 在读硕士, 主要从事植物生态研究。

腾量)和土面蒸发量,旨在了解不同作物群落的水分动态变化,以期为干旱山区作物水分管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于青海省东部的乐都县,处于黄土高原与青藏高原的过渡地带,是典型的干旱山区,耕地多为脑山地和浅山地,川水地面积仅占总耕地面积的 4.9%。海拔 2 620 m,气候类型属半高原大陆性气候,气温变化强烈,年平均气温 3℃,年平均降雨量为 340 mm,无霜期 120 d,主要栽培的传统农作物有春小麦、油菜、豌豆和马铃薯等,近年来燕麦、苜蓿等饲草饲料作物种植面积逐年扩大。

1.2 材料与主要仪器

1.2.1 材料 研究作物包括粮食作物(燕麦、豌豆)和饲草饲料作物(无芒雀麦、紫花苜蓿)2类。作物品种均由西北高原生物研究所提供。

1.2.2 主要仪器 主要仪器有双杰牌 TC6000 电子秤(最大称量 6 kg,感量 1 g)和双杰牌 JJ200 电子天平(最大称重 200 g,感量 10 mg),均由江苏常熟市双杰测试仪器厂制造。微型蒸渗仪采用普通的 PVC 管加工制成。

1.3 测定项目与方法 于 2005 年作物生长季测定植物蒸腾量和土面蒸发量。植物蒸腾量测定采用离体快速连续称重法^[5-7],在 4 种作物大田随机取样,每次 3 个重复。由于在野外电子天平和电子秤达成平衡和读数易受风的影响,故自制一玻璃电子天平室^[8]。将天平室放到待测农作物和饲草群落中^[9-10],植株较高大的需剪成 20 cm 左右的小段,打开电子天平电源开关,待其平衡后迅速放入自制的测定蒸腾用的天平架上,开始读数,电子天平显示读数每变化 1~5 次,记录 1 次数据,同时记录秒表时间。在 3 min 内测定完后,将枝与叶片分离,分别称取每株作物样品的枝与叶片的质量。7~9 月于每月 10 日左右测定 1 次。4 种作物按照常规进行管理。

土面蒸发量的测定方法为:7~9 月,选取一个晴天,在种植燕麦的大田里随机抽取样点安置微型蒸渗仪,设置 3 次重复。PVC 管制成的微型蒸渗仪在测定前 1 个月埋入待测地点,使管壁上端与地表持平,自然沉降 10 d 左右后,在管的上端口加土至管内土面与地表上管壁平,然后再自然沉降 20 d 左右,测前尽量使管壁与土壤结合紧密。PVC 管中的

土柱高 40 cm、直径 25 cm^[11]。从 08:00~20:00,每隔 2 h 称重 1 次。

1.4 数据处理与分析

植物蒸腾速率的计算方法为:将测定时间换算为秒,以测定时间为横坐标,植物样品质量的变化量为纵坐标,绘成直线图,求直线斜率,直线斜率即为测定植物样品的蒸腾量;蒸腾量除以植物枝质量,即为植物枝的蒸腾速率;蒸腾量除以叶片质量,即为叶片的蒸腾速率^[7,12]。

数据采用 EXCEL 软件进行分析和作图。

2 结果与分析

2.1 4 种作物蒸腾量和蒸腾速率的比较

于 08-12 中午 12:00 时开始测定燕麦、豌豆、无芒雀麦和紫花苜蓿 4 种作物枝质量的变化,结果如图 1 所示。从图 1 可以看出,随着时间的延长,枝质量减少,枝质量与时间呈线性关系,说明短时间内植物的蒸腾失水速率恒定,这与文献[13-15]的结论一致。燕麦、豌豆、无芒雀麦和紫花苜蓿 4 种作物整株的蒸腾量分别为 1.3、2.7、1.1、2.0 mg/s。4 种作物枝样品的初始质量分别为 15.98、19.36、20.72、22.38 g,叶片的初始质量分别为 15.49、17.82、16.06、20.15 g,则 4 种作物枝蒸腾速率分别为 0.081、0.139、0.053、0.089 mg/(g·s),叶片蒸腾速率分别为 0.084、0.152、0.068、0.099 mg/(g·s)。从 4 种作物枝的蒸腾速率和叶片的蒸腾速率来看,豌豆的最高,无芒雀麦最低,燕麦和紫花苜蓿处于中间水平。

2.2 4 种作物整株蒸腾速率的日变化趋势

根据 7~9 月 3 个月测定的数据,绘制 4 种作物整株蒸腾速率的日变化趋势,见图 2。从图 2 可以看出,在 7 月和 8 月,燕麦、豌豆、无芒雀麦和紫花苜蓿 4 种作物整株蒸腾速率均呈现双峰型;在 9 月,4 种作物的整株蒸腾速率均呈现单峰型。7~9 月 4 种作物的整株蒸腾速率的总体趋势来看,豌豆和紫花苜蓿均较高,燕麦和无芒雀麦均较低,且无芒雀麦整株蒸腾速率的变化幅度较小。

2.3 4 种作物日蒸腾量的变化规律

由表 1 可知,7~9 月,燕麦、豌豆、无芒雀麦和紫花苜蓿整株平均日蒸腾量分别为 1.16、1.34、1.12 和 1.23 g/(g·d),叶片平均日蒸腾量分别为 1.52、1.67、1.50 和 1.43 g/(g·d)。7 月,8 月和 9 月 4 种作物的整株平均日蒸腾量分别为 1.15、1.31 和 1.17 g/(g·d),叶片平均日蒸腾量分别为 1.53、

1.73 和 1.54 g/(g · d)。由此可知,4 种作物整株和 7 月份最低。叶片的平均日蒸腾量在 8 月份均较高,9 月份次之,

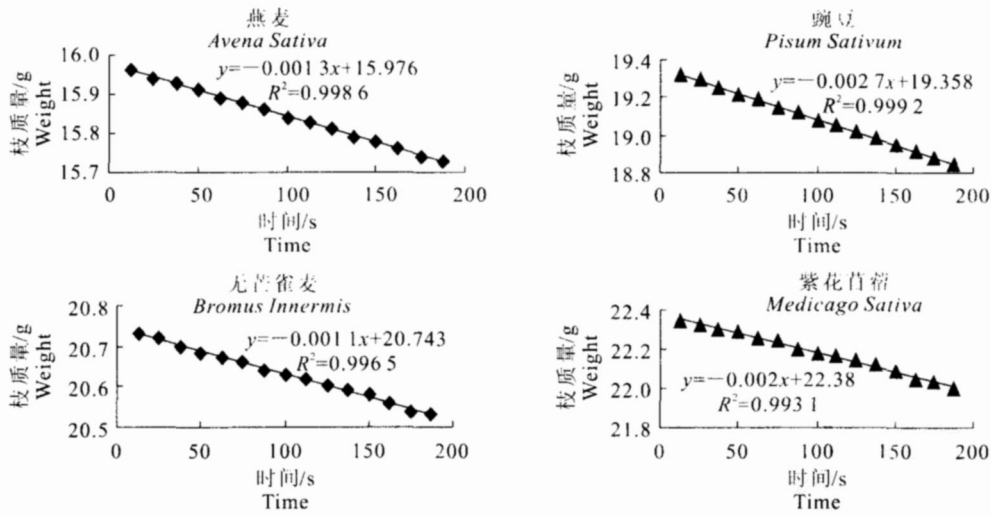


图 1 4 种作物蒸腾量和蒸腾速率的比较

Fig. 1 Comparison of transpiration quantity and transpiration rate of 4 crops

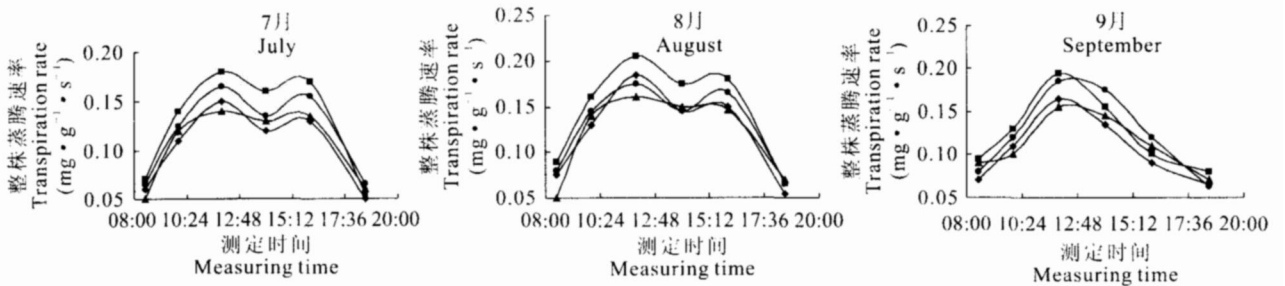


图 2 7~9 月 4 种作物整株蒸腾速率的日变化趋势

- - - 燕麦; - - - 豌豆; - - - 无芒雀麦; - - - 紫花苜蓿

Fig. 2 Dairy changes of transpiration rate of 4 crops in July, August and September

- - - Avena Sativa; - - - Pisum Sativum; - - - Bromus Innermis; - - - Medicago Sativa

表 1 7~9 月 4 种作物整株和叶日蒸腾量的变化规律

Table 1 Transpiration of 4 crops in plants and leaves per day in July, August and September

作物 Crops	整株日蒸腾量/(g · g ⁻¹ · d ⁻¹) Transpiration quantity in plants				叶片日蒸腾量/(g · g ⁻¹ · d ⁻¹) Transpiration quantity in leaves			
	7 月 July	8 月 Aug.	9 月 Sep.	平均 Average	7 月 July	8 月 Aug.	9 月 Sep.	平均 Average
燕麦 Avena Sativa	1.08	1.31	1.09	1.16	1.43	1.64	1.44	1.52
豌豆 Pisum Sativum	1.29	1.47	1.26	1.34	1.57	1.79	1.60	1.67
无芒雀麦 Bromus Innermi	1.06	1.19	1.11	1.12	1.41	1.65	1.40	1.50
紫花苜蓿 Medicago Sativa	1.18	1.29	1.23	1.23	1.69	1.82	1.73	1.43
平均 Average	1.15	1.31	1.17		1.53	1.73	1.54	

2.4 4 种作物土面蒸发量的日变化规律

7~9 月,对燕麦的土面蒸发量进行测定,以 07-25,08-05,08-21 和 09-18 4 d 的测定结果作图,见图 3。从图 3 可以看出,燕麦土面蒸发量的日变

化无明显规律性。在测定的 4 d 中,10:00~12:00 和 14:00~16:00 的土面蒸发量均较大,而 12:00~14:00 土面蒸发量较小。燕麦在生长季节长势良好,且与其他 3 种作物种植在同一区域,因此对燕麦

的测定结果可代表其他 3 种作物。

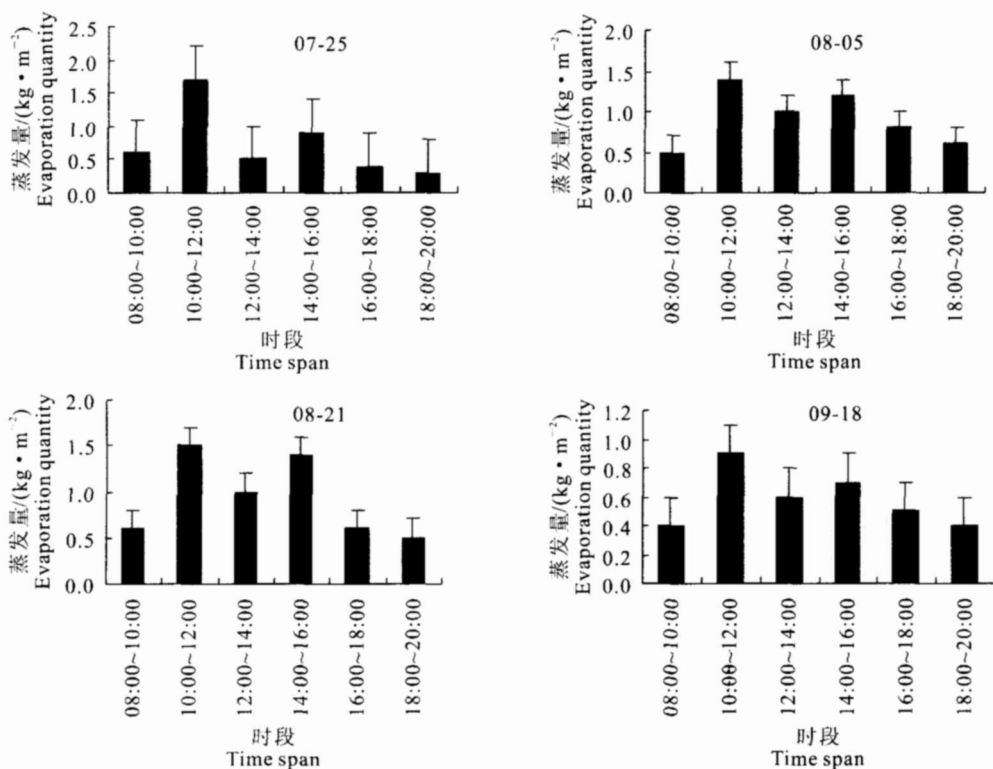


图 3 7~9 月燕麦土面蒸发量的日变化规律

Fig. 3 Dairy changes of ground evaporation quantity of *Avena Sativa* in July, August and September

3 结论与讨论

由本研究结果可知,7~9 月,4 种作物中豌豆的枝和叶蒸腾速率均最高,燕麦和紫花苜蓿次之,无芒雀麦最低。与其他 3 种作物相比,无芒雀麦蒸腾速率的变化幅度最小。4 种作物整株和叶片的平均日蒸腾量以 8 月最高,9 月次之,7 月最低。7~9 月,4 种作物样地土面蒸发量的日变化无明显规律性。

将本研究结果与杜峰^[8]等的测定结果比较可知,青海东部 4 种作物群落蒸腾速率与陕北退耕草地植物蒸腾速率在同一数量级水平。

[参考文献]

- [1] 缪祥辉,王燕钧,陈松,等. 青海东部旱农田作物耗水参数的估算及特征分析[J]. 青海农林科技, 2000(5): 1-3.
- [2] 赵之重,王晋民,王俊鹏. 青海东部浅山旱地土壤水分状况及其作物利用研究[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(4): 97-101.
- [3] 张国胜,李林,徐维新,等. 青海东部农业区旱地土壤水分演变特征分析[J]. 中国沙漠, 2000, 20(3): 314-316.
- [4] 缪祥辉. 干旱指数及其在青海东部旱区特征分析上的应用[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(2): 136-143.
- [5] 胡继超,张佳宝,冯杰. 蒸散的测定和模拟计算研究进展[J]. 土壤, 2004, 36(5): 492-495.

- [6] 刘昌明,张喜英. 大型蒸渗仪与小型裸间蒸发器结合测定冬小麦蒸散的研究[J]. 水利学报, 1998(10): 36-39.
- [7] 康博文,侯琳,王德祥,等. 几种主要绿化树种苗木耗水特性的研究[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(1): 29-33.
- [8] 杜峰,梁宗锁,山仑,等. 利用称重法测定植物群落蒸散[J]. 西北植物学报, 2003, 23(8): 1411-1414.
- [9] 孙铁军,朴顺姬,潮洛蒙,等. 羊草草原退化系列上群落蒸发蒸腾日进程的分析[J]. 内蒙古农业大学学报, 2000, 21(2): 53-57.
- [10] 杨开宝,刘国彬,李景林,等. 陕北丘陵区农田蒸散规律及对土壤水环境的影响与防治对策[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2005, 33(4): 91-96.
- [11] 杨荣慧,张国云,张一平,等. 田间土壤水分蒸散模型研究[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(2): 86-89.
- [12] 温达志,周国逸,张德强,等. 四种禾本科牧草植物蒸腾速率与水分利用效率的比较[J]. 热带亚热带植物学报, 2005(增刊 3): 67-76.
- [13] 司建华,冯起,张小由,等. 植物蒸腾耗水量测定方法研究进展[J]. 水科学进展, 2005, 16(3): 450-452.
- [14] 王海珍,梁宗锁,韩蕊莲,等. 不同土壤水分条件下黄土高原乡土树种耗水规律研究[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2005, 33(6): 57-63.
- [15] 李文华,刘广权,马松涛,等. 干旱胁迫对苗木蒸腾耗水和生长的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2004, 32(1): 61-65.