

草坪环境下温度分布试验研究

王 威, 狄洪发, 江 亿, 莫 青

(清华大学建筑技术科学系, 北京 100084)

摘 要:介绍了草坪对微气候的影响, 进行温度的测量。测量分析了在 1.5m 以下草坪温度梯度分布和随时间周期性变化的规律, 并且将温度分布曲线分为具有各自特点的不同阶段。由测试知温度分布与太阳辐射关系密切。

关键词:微气候; 草坪; 温度梯度

中图分类号: S688.4 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2001)02-0047-03

1 前言

众所周知, 良好的绿化条件, 会明显改善室内环境^[1]。由于草坪叶面对于太阳辐射的反射和遮挡作用, 使得地面附近的温度分布发生改变。研究表明, 在夏季, 适宜的绿化可以使室内的温度降低^[2]。因此, 无论是在传统的北方四合院, 南方的私家花园, 还是在现代的楼体建筑附近, 人们都会大面积的铺设草坪, 建设绿地。

根据以上原因, 对室外的草坪微气候进行测试, 目的在于为进一步分析其对微气候的影响和对建筑物的热工性能、建筑物内的温湿度的作用提供基础。

2 试验测试条件

进行试验所选取的场地为地面平整, 地表的情况单纯而统一的区域。以突出草坪的下垫面特点。草坪面积约为 1000m²。在此区域内, 草叶高度基本一致, 草种为异穗苔草, 属莎草科植物, 高约为 10cm~20cm, 叶面积指数为 4.2, 区域内无高大树木。试验选择在晴朗无云的天气中进行, 太阳辐射强度较大, 辐射能量仅随时间逐渐变化, 在一段时期内相对恒定; 同时天空散射相对很小, 辐射的效果显著。其次, 风速对室外温度也有一定的作用, 因而试验测量挑选在室外风速低于 0.4m/s 的工况下进行。

3 试验数据分析

在 1999 年 7 月中下旬, 进行了累计 63h 的试验, 其中在 7 月 25~26 日进行了一昼夜的测试, 每次测试包括两套测试系统, 便于参照分析。试验期间天气炎热, 可以代表典型的夏季气候。同一草坪上取了两个试验地点。试验测试参数包括草坪及其上部附近空间温度梯度(温

度自计仪测量)。为了避免偶然因素对试验结果的干扰, 在整理试验数据时, 采用以相邻 20min 内的平均温度作为图中温度值, 在时间上以中值时刻代表。如 10:10, 表示 10:00—10:20 时间段内的平均值。

草坪上的温度梯度具有明显的规律性, 在每天内的温度梯度分布随时间的不同而改变, 但在不同日期、相同的时间段内所测得的数据分布趋势基本相互吻合。在草坪工况的测试中, 一昼夜的温度梯度分布可以随时间分为四个阶段。温度梯度呈现三种趋势。以 7 月 25~26 日为例进行说明。在表现温度分布的图示中, 横坐标表示温度, 其单位为 ℃, 纵坐标表示相应的测点高度, 单位为米。

第一阶段, 时间为 7:30—10:00, 太阳辐射强度逐渐加强, 各测点温度逐步升高, 图 1 为 7:35—7:55 之间一个试验地点的平均值。此阶段的温度梯度分布的特点是, 地面温度比各高度点的温度都低, 随着高度的升高, 温度逐渐升高, 呈线形增长。在此测试中 0.4m 附近温度达到最大值, 即活动面(集中反应辐射能量的表面)所在位置。在 0.5m 附近有所下降, 但与 0.4m 处差异不大, 在 0.5m 至 1.5m 的范围内温度几乎不变。这一阶段的特点是温度在 0.5m 以下出现一个极值, 极值以下温度呈线形变化, 梯度很大; 0.5m 以上温度相对稳定。极值的高度代表活动面的高度, 其值会随时间的变化而变化。但无论如何变化, 在此时间阶段, 这种温度曲线的趋势是确定的。

值得注意的是, 本阶段的持续时间相对较短, 从总体上看, 是夜间阶段与白天日射阶段的过渡阶段, 由于白天的太阳辐射时间每次各异, 因而本阶段的开始时间和持续中的温度梯度分布曲线也有一定差别, 有时它与白天的太阳直射阶段有些类似。但是, 根据三次早晨的测试

* 本项目为国家自然科学基金支持项目(No. 59836250)

收稿日期: 2000-11-15

和对一昼夜的综合温度梯度曲线的分析,可以认为存在这样一个阶段。由于在 0.5m 以上,仅布置了三个测点,易于受偶然因素的干扰,因而在此高度区域内,有时会表现出某些温度波动,分析相关的试验数据,这种波动是无规律的,且大部分数据表现为垂直方向温度均一。

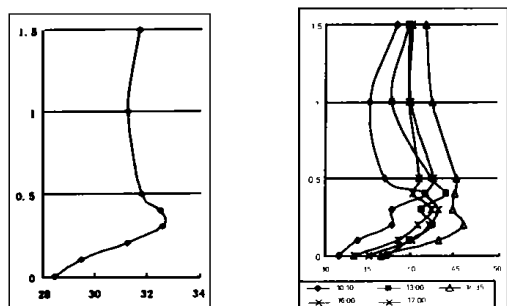


图 1 第一阶段温度分布 图 2 第二阶段温度分布

第二阶段,时间为 10:00—17:30 太阳辐射较强,开始时各测点温度继续逐步升高,在 14:00 附近达到较大值,在 12:30—15:00 期间,一直保持较高温度,并可能出现一个,两个或三个较大值,见图 2。在 15:30 后,温度开始下降,在 17:30 时曲线的分布改变形状,进入夜间阶段。为详尽体现这一过程,选择了五条曲线。从 7 月 25 日 13:00 到 7 月 26 日 13:00 进行了连续一昼夜的测试,白天的测试数据不连续,为更清晰的观察其曲线的温度波动和极值分布的变化,图 3 中列出了在另一个测试日连续变化的四条曲线。

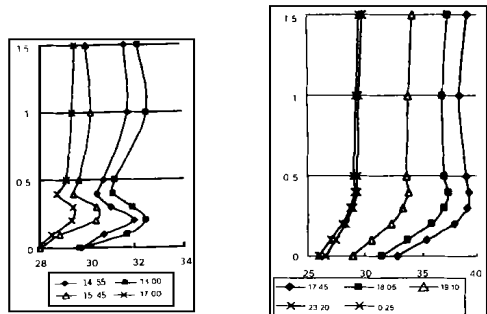


图 3 第二阶段温度分布 图 4 第三阶段温度分布

此阶段的温度梯度分布的特点较为复杂,其曲线的形状受太阳辐射强弱的影响很大,造成了与其它阶段明显的差异,由于太阳辐射的作用,地面温度,地面风速等条件也发生相应的变化,因而曲线特征并不完全统一。有时,其曲线分布很接近上一阶段的温度梯度分布。此阶段的测试工况最丰富,数据量也最大,变化也相对复杂,综合分析各个工况的特点可以看出,地面温度为各高度测点的最低值,在 0.2m 以下,随高度的升高,温度逐渐升高,呈线形增长。在开始测试时,会在 0.3m 附近发生温度的下降,即在 0.2m 或 0.2m 以上产生一个温度极大值,代表活动面的位置;在 0.3m 到 0.5m,温度又有一

定升高,使在 0.3m 或以上产生一个温度极小值;在 0.5m 以上,温度变化很小。随测试时间的推移,这一曲线的两个极值先下降后缓慢上升,且极值的幅度根据日射变化,先增大后减小,逐渐趋于平缓,进入傍晚阶段。

此阶段变化复杂,曲线的本身及其变化有时无明显规律性。但可以肯定的讲,在此阶段太阳辐射的影响较为显著,其主要特征为在 0.5m 以下存在两个极值,一个极大值,发生在叶面以上位置,另一个极小值,发生在 0.4m 附近,与上一阶段的极值位置相当。

第三阶段,时间为 17:30—1:00(26 日),见图 4。此时间段内,太阳辐射明显减弱,其影响也逐步减小,因此各测点温度逐步降低,此阶段的温度梯度分布的特点与第一阶段趋势相似,但温度曲线比第一阶段光滑。地面温度比各高度点的温度都低,随高度的升高,温度逐渐升高,呈线形增长,0.4m 或 0.5m 附近达到极大值。根据曲线的光滑性,有时这个极值并不明显,在无日射后极值逐步消失。在 0.5m 至 1.5m 的范围内温度几乎不变。

本时间段的测试值,相对于第一阶段,更具有代表性,其曲线的趋势比较一致。从曲线可以看出,在无太阳辐射的条件下,地面温度最低,然后温度随高度呈线形升高,在 0.5m 附近达到极大值。温度梯度在 0.5m 以下存在明显的梯度。在 0.5m 到 1.5m 以上的高度内,温度几乎不变。随时间的推移,0.5m 以下温度的差异逐步变小,空气的温度降低较快,渐渐低于地面温度,进入第四阶段。

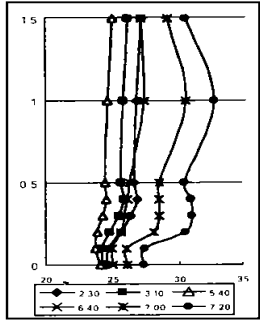


图 5 第四阶段温度分布

第四阶段,时间为 1:00—7:30,各测点温度先降低而后逐步升高,在接近日出之前,由于辐射的原因,草坪叶表面附近为最低温度,见图 5。此阶段的温度梯度分布的特点是,地面温度不再是各高度点的最低温度,地面附近的空气温度略低于地面的温度,但两者相差不大。随时间的推移,在温度下降的过程中,各点的测试差异逐步减小,在温度最低的工况下,各测点的温度趋于一致,温度梯度最小,温度分布几乎为一条直线。在温度回升的过程中,叶面以上的空气温度升温较快,逐步接近第一阶段的温度分布。

4 结论

夏季草坪环境下的人员活动区中空气温度随时间周

反季节栽培大白菜、萝卜应用 生长调节剂研究

徐利民¹, 黄建华², 董治国³

控制未熟抽苔问题, 是反季节栽培大白菜、萝卜成功的关键。不同的植物生长调节剂, 抑制或促进白菜、萝卜花芽分化和花蕾形成的作用不同。为了筛选出具有推迟抽苔期, 降低抽苔率的激素, 我们于 2000 年在齐齐哈尔市蔬菜研究所开展了反季节栽培大白菜、萝卜应用生长调节剂的试验。

1 材料和方法

供试品种: 春夏王大白菜、春白 1 号萝卜。白菜、萝卜均为露地栽培, 播期 4 月 30 日, 大白菜收获期 7 月 10 日, 萝卜收获期 6 月 30 日。本试验共设青鲜素 100 倍、

表 1 大白菜、萝卜应用生长调节剂的抽苔始期

处理	青鲜素 100 倍	青鲜素 200 倍	青鲜素 300 倍	细胞分裂素 600 倍	赤霉素 20000 倍	对照
大白菜	7 月 7 日	7 月 7 日	7 月 4 日	6 月 25 日	6 月 14 日	6 月 25 日
萝卜	6 月 28 日	6 月 28 日	6 月 25 日	6 月 15 日	6 月 9 日	6 月 15 日

表 2 大白菜抽苔率 $\sin^{-1}\sqrt{X}$ 的 SSR 的测验

处理	平均数	差异显著性		反转换为 (%)
		0.05	0.01	
赤霉素 20000 倍	57.6	a	A	71.3
对照	22.7	b	B	14.9
细胞分裂素 600 倍	21.5	b	B	13.4
青鲜素 300 倍	14.3	c	C	6.1
青鲜素 200 倍	10.8	cd	C	3.5
青鲜素 100 倍	8.9	d	C	2.4

$P=2$ 时, $LSR_{0.05}=3.84$ $LSR_{0.01}=5.47$; $P=3$ 时, $LSR_{0.05}=4.03$ $LSR_{0.01}=5.77$; $P=4$ 时, $LSR_{0.05}=4.11$ $LSR_{0.01}=5.95$; $P=5$ 时, $LSR_{0.05}=4.18$ $LSR_{0.01}=6.05$; $P=6$ 时, $LSR_{0.05}=4.22$ $LSR_{0.01}=6.17$ 。

期性变化, 可以近似的分成四个阶段, 表现出三种温度分布形式, 与太阳辐射关系密切。随太阳辐射的加强, 温度极值逐步加大, 出现位置也缓慢降低。草坪对微气候的影响范围约为 0.5m 左右, 该高度也随辐射的加强而有所增加。在此范围内, 温度变化剧烈, 会出现极大值, 体现了活动面位置的变化。在 0.5m 以上的区域, 温度基本一致。

参考文献

- [1] H. F. Di and D. N. Wang, Cooling Effect of IVY on A Wall, Experimental Heat Transfer, Vol 1999, 12: 235~245.
- [2] A. K. Meier, Strategic Landscaping and Air Conditioning Savings: A Literature Review, Energy and Buildings, Vol. 1990~1991, 15~16, 479~486.

200 倍、300 倍液、细胞分裂素 600 倍液、赤霉素 20000 倍液、清水对照 6 个处理。5 月 20 日、6 月 10 日两次喷洒。试验小区面积 $11m^2$, 随机排列, 3 次重复。

2 试验结果

本试验大白菜、萝卜各个处理的抽苔始期调查详见表 1。收获前调查抽苔率, 各处理的抽苔率多数在 30% 以下或 70% 以上, 需作反正弦转换, 将反正弦角度值按两向分组作方差分析。在多重比较中, 按 LSR 法的新复极差 (SSR) 测验得出表 2、表 3。

表 3 萝卜抽苔率 $\sin^{-1}\sqrt{X}$ 的 SSR 的测验

处理	平均数	差异显著性		反转换为 (%)
		0.05	0.01	
赤霉素 20000 倍	59.1	a	A	73.6
对照	24.0	b	B	16.6
细胞分裂素 600 倍	21.9	c	B	13.9
青鲜素 300 倍	16.3	d	C	7.9
青鲜素 200 倍	9.1	e	D	2.5
青鲜素 100 倍	7.6	e	D	1.8

$P=2$ 时, $LSR_{0.05}=1.89$ $LSR_{0.01}=2.67$; $P=3$ 时, $LSR_{0.05}=1.98$ $LSR_{0.01}=2.84$; $P=4$ 时, $LSR_{0.05}=2.02$ $LSR_{0.01}=2.93$; $P=5$ 时, $LSR_{0.05}=2.06$ $LSR_{0.01}=2.98$; $P=6$ 时, $LSR_{0.05}=2.08$ $LSR_{0.01}=3.10$ 。

试验表明, 大白菜、萝卜喷洒青鲜素的抽苔晚, 大白菜的抽苔始期比对照晚 9~12d; 萝卜的抽苔始期比对照晚 10~13d。青鲜素的 3 种喷洒浓度, 大白菜的抽苔率为 2.4%~6.1%, 萝卜的抽苔率为 1.8%~7.9%, 极显著低于对照, 细胞分裂素、赤霉素处理, 以青鲜素 100 倍至 200 倍为最佳处理。喷洒赤霉素对大白菜、萝卜抽苔具有明显的促进作用, 大白菜的抽苔始期比对照提早 11d, 抽苔率比对照增加 56.4%。萝卜的抽苔始期比对照提早 6d, 抽苔率比对照增加 57%。

注: 黑龙江省自然科学基金资助项目

(1. 齐齐哈尔市蔬菜所; 2. 齐齐哈尔市农业技术推广中心; 3. 齐齐哈尔市种子管理处)



第一作者简介: 王威, 1975 年出生。1998 年在清华大学空调专业获学士学位, 1998 年至今, 在清华大学建筑学院建筑技术科学系建筑环境与设备研究所攻读硕士学位。在读期间, 在导师狄洪发教授 (本文的第二作者) 的指导下, 参加了国家自然科学基金项目〈住区微气候环境中的热物理问题〉(No. 59836250) 的研究工作, 主要从事室外绿化对微气候影响的测试与分析, 并且在国际国内会议中发表过多篇论文。