

天津泰达高羊茅草坪土壤水分动态研究

胡九林¹, 张清², 韩烈保^{1*}, 王振宇², 杨永利²

(1. 北京林业大学草坪研究所, 北京 100083; 2. 天津泰达生态园林发展有限公司, 天津 300457)

摘要: 通过中子水分仪定期测定土壤含水量, 得出高羊茅草坪土壤中水分的变化规律。结果表明, 土壤水分状况分为 3 层, 0~20 cm 为活跃层, 30~50 cm 为次活跃层, 50~100 cm 为稳定层。草坪能够利用 0~50 cm 土层的水分, 但是不能利用 50 cm 以下土层的水分。并确定出灌溉深度、灌溉饱和点和灌溉补偿点, 为制定合理的草坪灌溉制度提供依据。

关键词: 高羊茅; 土壤水分; 灌溉制度

中图分类号: S152.7⁺⁵ **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)05-0198-04

天津经济技术开发区(泰达)作为天津乃至全国非常重要的吸引外资的窗口, 其优美的环境功不可没, 而作为一个极度缺水的城市, 草坪节水灌溉也是节约水资源的重要途径。因此了解该地区草坪土壤水分动态, 不仅有助于对有限水资源进行合理调配, 而且为制定正确的灌溉制度提供依据。土壤水分动态包括季节性变化和剖面层次性变化。季节性变化可按耗水速率(变速)分为: 弱耗水期、强耗水期、中耗水期和微耗水期^[1]。本试验主要研究土壤水分剖面层次的时空变化。

1.2 土壤基本理化性质(见表 1)

1.3 开发区草坪绿化的土壤工艺

天津泰达的园林绿化绝大部分都采用回填土法即客土法, 中间用炉渣隔开, 炉渣下面铺有排盐管(图 1)。回填客土的深度因绿化要求高低而不同, 一些要求比较高的绿地如公园一般回填土为 90~100 cm。试验地回填土深度为 100 cm。

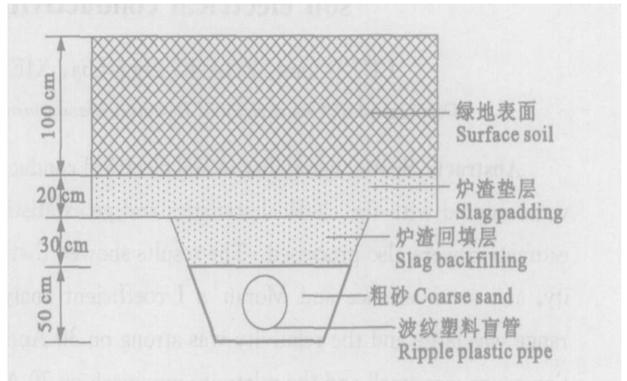


图 1 天津泰达园林绿化土壤剖面图

Fig. 1 Chart of soil profile

1 试验地概况

1.1 地理位置与气候特征

该地区属温带大陆季风性气候, 具有暖温带半湿润气候特点, 本区太阳辐射量 $5.1 \sim 5.6 \times 10^9 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$, 年日照时数 2 891.8 h, 年平均气温 12.3°C , 年平均降水量达到 602.9 mm, 其中 5~10 月占 91%; 年平均蒸发量 1 909.6 mm, 年干燥度 2.2。全年主导风向为西南风, 年平均风速 4.5 m/s ^[2,3]。

表 1 试验地土壤基本理化性质

Table 1 The physical and chemical characters of tested soil

试验地 Location	土层深度 Soil depth (cm)	pH (1:1)	全盐 Total salt (g/kg)	颗粒组成(mm, %) Particle composition			容重 Bulk density (mg/m^3)	总孔度 Total porosity (%)	土壤持水量(容积%) Soil water capacity (%)		
				2~0.02	0.02~0.002	<0.002			饱和 Saturation	毛管 Capillary	田间 Field
劳动公园 Laodong Park	0~20	8.14	0.33	33.0	32.8	34.2	1.42	46.4	46.0	45.6	42.9
	20~40	8.16	0.34	30.8	33.8	35.4	—	—	—	—	—
	40~80	8.21	0.34	27.4	33.0	39.6	—	—	—	—	—

收稿日期: 2006-03-12

基金项目: 国家 863 重大课题“北方半干旱都市绿地灌溉区节水综合技术体系集成与示范”(2002AA2Z4281)

作者简介: 胡九林(1980-), 男, 湖南衡阳人, 硕士, 主要从草坪生态研究。E-mail: alionren@126.com。

* 通讯作者: 韩烈保, 教授, 博士生导师。E-mail: hanlb@tom.com。

2 研究方法

试验地位于天津经济技术开发区第四大街劳动公园内, 试验设 3 个小区, 每个小区埋设 3 根管子, 水管理为: 第一次灌水到田间持水量以上, 当达到轻度萎蔫时进行下一个周期的灌溉。测定时段为 2005 年 5 月至 8 月底, 测定频率为 2~5 d 1 次, 具体测定频率视灌溉和降雨而定。草坪养护管理采用常规管理方式。

土壤含水量采用中子水分仪(美国 CPN 公司 503DR HYDRO PROBE)测定, 分 0~20 cm, 20~30 cm, 30~40 cm, 40~50 cm, 50~60 cm, 60~80 cm, 80~100 cm 七层测定, 每层重复 3 次, 表层土壤水分由土壤水分传感器(澳大利亚 AT@MP-406 Moisture Probe)测定。

3 结果与分析

3.1 土壤水分变异情况

本试验将土壤水分的变异系数 CV (表 2) 作为土壤水分剖面分层的依据: $CV \geq 4.0$ 的土层划为土壤水分活跃层, 简称活跃层; $2.0 \leq CV \leq 4.0$ 的土层划为土壤水分次活跃层, 简称次活跃层; $CV \leq 2.0$ 的土层划为土壤水分相对稳定层, 简称稳定层^[4,5]。由表 2 数据, 可以把整个土壤水分状况分为三层, 0~20 cm 为活跃层, 20~50 cm 为次活跃层, 50~100 cm 为稳定层。0~30 cm 这一层土壤水分变化很大。因为该层土壤受大气影响大, 又是草坪根系的主要分布层, 所以, 土壤水分变幅大, 在 0~20 cm 更明显^[7]。

表 2 不同深度土壤水分的变异情况

Table 2 Variation of soil moisture in different depth

土壤水分特征值 Eigenvalue	土壤深度 Soil depth (cm)						
	0~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~80	80~100
均值 Mean	33.62	35.61	35.48	35.21	34.77	35.19	17.63
标准差 SD	2.43	0.99	0.82	0.83	0.35	0.37	0.35
变异系数 CV	7.23	2.78	2.31	2.37	1.00	1.05	1.98

注: 数据资料取自 2005 年 5~8 月。 Note: Measured during May to August, 2005.

3.2 土壤水分散失过程

由图 2 可知, 在 6 月 3 日充分灌水以后, 0~40 cm 土壤水分基本趋于饱和, 大于下层水分; 随着 0~40 cm 水分的下渗和表层水分的散失, 在 6 月 5 日, 0~40 cm 的水分逐渐降低而 40~80 cm 的土壤水分有不同程度的升高, 这主要是由于上层水分下渗的再分布过程造成的; 随着上层水分的继续消耗

和下层水分的下渗, 在 6 月 8 日, 0~40 cm 土壤水分降低得比较迅速, 50 cm 以下的土壤水分基本又保持在 6 月 3 日的水平, 在 6 月 11 日, 30 cm 以上土壤水分散失得比较多, 到了 6 月 14 日, 60 cm 以上土壤水分都逐渐降低。由图 2b 可知, 土壤水分最活跃的是在 30 cm 以上, 因此高羊茅的根系主要分

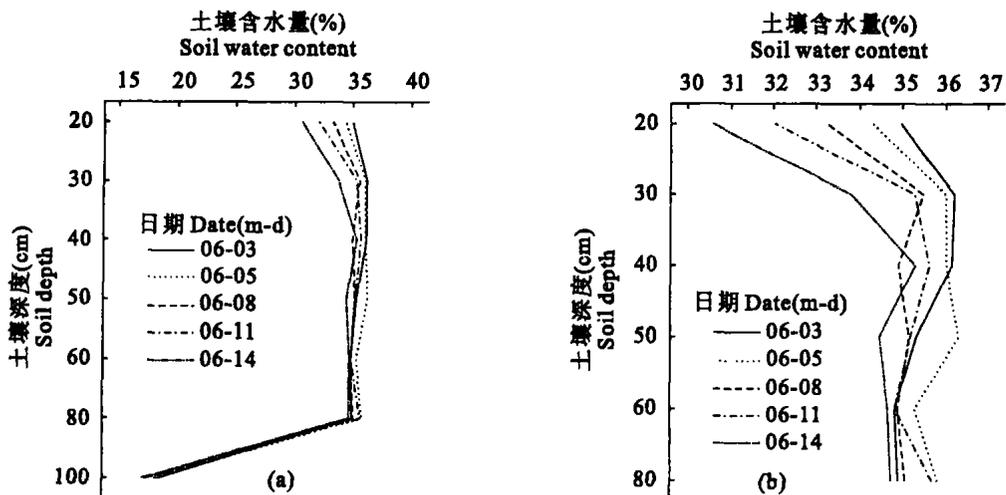


图 2 高羊茅土壤含水量的时间空间变化

布在 30 cm 左右。80 cm 以下水分是最稳定的,基本上没有什么变化。

3.3 土壤水分动态

由图 3 可知,不同土层的容积含水量分布有很大差别,0~30 cm 土层土壤水分随时间的变化较大。在整个测定期间,0~20 cm 土层土壤容积含水

量主要在 25%~35%之间呈周期性变化,20~30 cm 土层土壤容积含水量主要在 27%~34%之间呈周期性变化。30~50 cm 土层土壤容积含水量随时间变化较小,而 50~100 cm 土层土壤水分基本趋于稳定。在 100 cm 深度处的土壤容积含水量最小。

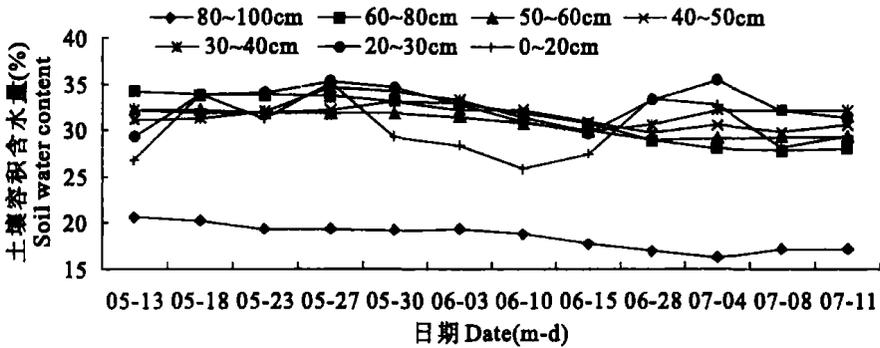


图 3 高羊茅水分动态(2005.5.13~2005.7.11)

Fig.3 Dynamics of soil moisture of tall fescue turf

3.4 灌溉制度初探

草坪灌溉制度是指草坪在一定的气候、土壤和管理水平等条件下,为获得高质量草坪所需的灌水定额、灌水次数、灌水时间,它是草坪灌溉的主要依据^[7]。

$$\text{灌水定额} = \sum(\text{各土层饱和点} - \text{各土层补偿点}) \times \text{计划湿润层深度}$$

式中,饱和点、补偿点和实际含水量均为容积含水量。根据此公式即可算得每次灌水量,即灌水定额^[2]。灌溉饱和点是指灌溉使土壤充分湿润而无重力水时的土壤含水量,相当于田间持水量。本试验在充分灌溉以后或强降雨以后,根据中子水分仪测定的土壤容积含水量数据得出灌溉饱和点(如图 4)。灌溉补偿点指灌溉时的植物正常生长所要求的土壤水分下限。本试验是在草坪出现轻度萎蔫时或当踩过草坪以后留下脚印时测定的土壤容积含水量(表 3)。但是在实际管理中,每次灌水量 = $\sum(\text{各土层饱和点} - \text{各土层实际含水量}) \times \text{计划湿润层深度}$ 。

计划湿润层深度为 50 cm,由表 3 可以计算出灌水定额分别为 44.23 mm。

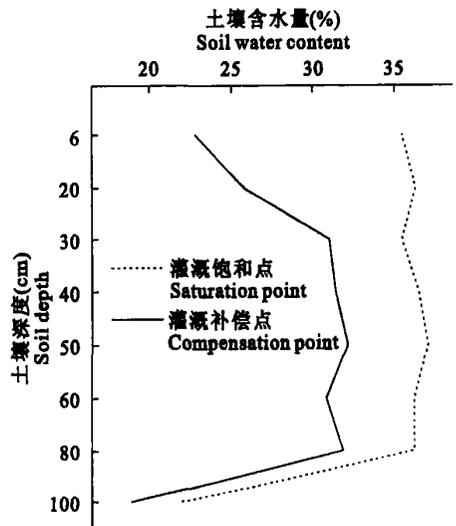


图 4 土壤灌溉饱和点和灌溉补偿点

Fig.4 The irrigation saturation point and irrigation compensation point

表 3 土壤灌水饱和点和灌水补偿点

Table 3 The irrigation saturation point and irrigation compensation point

项目 Item	土壤层次(cm) Soil depth							
	0~6	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~80	80~100
灌水饱和点 Saturation point	35.50	36.33	36.51	36.55	37.05	36.23	36.27	21.97
灌水补偿点 Compensation point	22.80	25.80	30.96	31.40	32.15	30.79	31.79	18.87

灌水周期指相邻两次灌水间隔的时间。灌水周期与草坪的耗水速率等有关,也与降水频率及降水时间分配关系极大。降水次数多,降水时间分配均匀,灌水周期长,反之,灌水周期短。灌溉定额为整个生长季灌水定额的总和,直接与灌水定额和灌水次数相关。在实际草坪耗水量研究中,一般用利用气象资料估算或者通过实测法确定。

4 结论与讨论

1) 该地区土壤水分的垂直变化可分3个层次:活跃层(0~20 cm)、次活跃层(20~50 cm)、相对稳定层(50~100 cm)。土壤水分的这种分布特征表明草坪的蒸散主要消耗浅层土壤的水分。在每次灌水以后,随着时间的增加,0~30 cm 土层土壤水分逐渐降低,随着干旱时间的增长,草坪能够利用30~50 cm 土层的水分,但是不能利用50 cm 以下土层的水分。计划湿润层深度为50 cm。

2) 通过研究草坪土壤水分动态,确定了灌水深度,灌溉饱和点和灌溉补偿点,为制定合理的草坪灌

溉制度提供了依据。

3) 由于开发区土壤是严重的滨海盐碱土,都采用回填土方法来绿化,填土深度100 cm左右,中间用炉渣或粉煤灰隔开,因此下层水分变化不大。100 cm 深度的土壤即炉渣的分布层含水量明显很低。

参考文献:

- [1] 袁大纲. 天津开发区规模绿化节水灌溉指标研究[D]. 四川:四川农业大学, 2002, 6:13.
- [2] 张万钧. 盐碱土绿化[M]. 北京:中国环境科学出版社, 1999.
- [3] 张万钧. 盐碱滩上的绿色梦[M]. 天津:天津科学技术出版社, 1999.
- [4] 崔灵周, 李占斌, 丁文峰. 四川中部丘陵地区不同种植模式下旱地土壤水分变化规律[J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(1): 87-92.
- [5] 王孟本, 李洪建. 柠条林蒸腾状况与土壤水分动态研究[J]. 水土保持通报, 1990, 11(4): 313-317.
- [6] 江 华, 朱胤椿. 高寒山区旱作农田土壤水分动态的研究[J]. 青海农林科技, 1994(4): 1-5.
- [7] 杨建国, 黄冠华, 黄权中. 污水灌溉条件下草坪草耗水规律与灌溉制度初步研究[J]. 草地学报, 2003, 11(4): 329-333.

Study on soil moisture dynamics of tall fescue turf in Tianjin

HU Jiu-lin¹, ZHANG Qing², HAN Lie-bao¹, WANG Zhen-yu², YANG Yong-li²

(1. Institute of Turf Grass Science, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Tianjin Teda Eco-landscape Development CO. LTD., Tianjin 300457, China)

Abstract: The dynamics of soil water content of tall fescue turf has been studied with neutron probe. The results showed that the soil water profile in 0~100 cm could be divided into 3 layers, i.e., active layer (0~30 cm), hypoactive layer (30~50 cm) and relatively stable layer (50~100 cm). The turf grass could utilize soil water in 0~50 cm depth, but could not utilize that below 50 cm. The paper also proposed the reasonable irrigation depth, irrigation saturation point and irrigation compensation point, which might provide theoretic basis to make out irrigation scheme of turf grass.

Keywords: tall fescue; soil moisture; irrigation scheme