

城市绿地的三维生态特征及其生态功能

张浩¹,王祥荣²(1.华东师范大学环境科学系,上海 200062;2.复旦大学环境科学与工程系,上海 200433)

摘要:城市绿地是城市生态系统中具有负反馈调节功能的重要组分,能在一定程度上发挥各种生态功能,维持城市生态系统的平衡.绿地在抗逆性和对环境的改造能力方面也存在着很大的差异,这可归结为绿地的三维生态特征差异所致.在对上海市区绿地生态效应实测数据分析的基础上,探讨了城市绿地三维生态特征对绿地生态功能的影响.

关键词:城市绿地;三维生态特征;生态功能

中图分类号:X171.1 文献标识码:A 文章编号:1000-6923(2001)02-0101-04

Three-dimensional ecological characters of urban green space and its ecological function. ZHANG Hao¹,WANG Xiang-rong² (1.Department of Environmental Sciences, East China Normal University, Shanghai 200062, China; 2.Department of Environmental Sciences and Engineering, Fudan University, Shanghai 200433, China). *China Environmental Science*. 2001,21(2): 101~104

Abstract: Urban green space is an important part of urban ecosystem, possessing negative feedback regulating functions, which to a certain extent brings various ecological functions into play to maintain the balance of urban ecosystem. In respect of the capacity of anti-adversity and reforming environment, significant differences exist in green space, which may result from its discrepancy of three-dimensional ecological characters. In this paper, based on analysis on original ecological effect data from field investigation of green space in Shanghai urban districts, the influence of three-dimensional ecological characters on green space's ecological functions was discussed.

Key words: urban green space; three-dimensional ecological characters; ecological function

城市绿地是城市生态系统中具有负反馈调节功能的重要组分,能在一定程度上发挥各种生态功能,维持城市生态系统的平衡.虽然气候、地形、人类活动等因素在很大程度上影响着绿地生态功能的发挥,但是不同规模、结构、类型及种类组成的绿地在抗逆性和对环境的改造能力方面也存在着很大的差异,而这些均可归结为绿地的三维生态特征方面的差异所致.因此如何完善绿地的三维生态特征,提高绿地的生态功能以改善城市环境已引起了城市建设和管理决策者的关注.

1 绿地的三维生态特征

1.1 绿地的空间布局形式

在绿地面积一定的情况下,绿地的布局形式成为在中小尺度上影响绿地生态功能发挥的重要指标.绿地的空间布局形式分为块状、网状、

带状、环状、放射状、放射环状、指状、楔状等.我国城市绿地布局形式可归纳为块状、带状、楔状和混合型,其中楔状绿地布局方式可起到显著改善城市小气候的作用^[1].

1.2 绿地类型

绿地类型决定了绿地的规模大小,它包含公共绿地、居住区绿地、单位附属绿地、防护绿地、风景林绿地、生产绿地等.一般来说,公共绿地、防护绿地、风景林绿地是城市绿地系统的主体,规模较大,生态功能较显著.

1.3 绿地结构

绿地结构分为草坪、绿篱、乔木林、复层结构绿地(乔-灌-草型、乔-灌型、乔-草型、灌-草型)、垂直绿化等.绿地结构在小尺度上最

收稿日期:2000-09-30

基金项目:国家自然科学基金资助项目(39770147,39930040)

能体现绿地生态功能的强弱.绿地结构越复杂,层次越丰富,则绿地的生态功能相对也越强.

1.4 绿地的三维量值

绿地的三维量值是指绿色植物茎叶所占据的空间体积,能比绿地覆盖率更好地说明绿地在空间结构上的差异^[2].叶面积指数(LAI)也是一项重要的三维量值指标,但无法象绿地三维量值那样全面地反映植物个体和群体在高度、密度、外貌、植冠构型等方面的信息,因此根据三维量值来衡量绿地的生态功能较为合理.

2 绿地的三维生态特征对其生态功能的影响

2.1 改善局部小气候

绿地改善小气候的功能主要体现在树冠层的遮荫减光作用及绿地的蒸腾散热作用.根据对上海市区 21 个不同类型绿地的减光率与降温增湿效应的实测值,分别得到绿地降温幅度 y 、绿地增湿幅度 y_1 与相对减光率 x 之间的一元回归方程.

$$y = 0.0273x + 0.6651 \quad (R = 0.7903, p < 0.01) \quad (1)$$

$$y_1 = 0.0846x + 1.9414 \quad (R = 0.8272, p < 0.01) \quad (2)$$

由式(1),式(2)可以看出,绿地的结构对其自身改善小气候的能力有很大的影响.对于较郁闭的乔-灌-草型复层结构绿地来说,除了居于群落上层的树冠层的蒸腾冷却作用之外,由于树冠层阻挡并吸收大部分太阳光能辐射,使透过枝叶间隙到达下层绿地的光照强度迅速降低,绿地内部的气温和相对湿度的变化受光照强度的影响程度远低于无绿化的对照裸地,且气温与相对湿度受光照强度影响的变化趋势不是很明显,从而在绿地内部形成相对稳定的小环境;但乔木层和草本层发育均不完善的绿地,其降温增湿效应反而不如以高灌木为主体的灌-草型绿地.而结构层次较为单一的草坪由于直接处于太阳光能的辐射之下,气温与相对湿度受光照强度影响的变化趋势较明显,蒸腾冷却作用成为草坪改变环境小气候的主要形式,其降温增湿效果明显不如复层结构绿地.

2.2 影响城市热岛的分布格局

近年来随着上海城市化地区的快速扩张和人口的迅速增加,城市热岛现象呈加剧趋势.20 世纪 70 年代,华东师范大学地理系对城市热岛效应的测试表明,上海市热岛中心在南京路-西藏路一带^[3].上海铁道大学和市绿化管理指导站等单位于 1995 年 11 月和 1996 年 8 月对市区的城市热岛分布进行了测定,结果表明,市区出现了以南京东路-西藏路一带为中心和以方浜中路为中心的两个较高的热岛区域以及 3 个相对较弱的热岛区域:周家嘴路-大连西路、武宁路-中山北路、斜土路-打浦路*.根据对上海地区 1998 年 8 月 4 日 Landsat TM6 卫星遥感图片所作的初步分析,市区热岛分布出现了新的特点:外环线以外(不包括吴淞口)有大面积绿地(主要是农业用地)的区域气温较低,城市热岛现象不明显;而在比较缺乏绿地的市区,由于大型绿地分布不均匀,热岛中心的分布也极不均匀,特别是在绿地覆盖率低、建筑物密集、人口密度高的卢湾区、南市区、静安区、黄浦区这 4 个老城区以及杨浦区、虹口区、普陀区、闸北区在内环线以内的区域,均出现了大小不一的多个高温区域(热岛中心),且已呈现出相互联结成片的分布趋势(图 1).而在闵行区、杨浦区、徐汇区、长宁区、普陀区、虹口区等有大量绿地分布的地区,小而分散的高温区域(热岛中心)被周围温度较低的区域所围隔而未形成连片的高温区域.另外,浦西黄浦江畔和浦东周家渡工业区属建筑物密集的地带,绿地比较缺乏,也是受热岛影响较严重的区域,而在浦东陆家嘴沿江区域虽属建筑物密集之地,但因有大面积的绿地,受热岛影响的范围和程度明显低于浦西滨江地带.这表明,大面积的绿地有助于改善城市下垫面的热力学性质,促进空气的冷却及循环流动,从而对分隔热岛和限制热岛扩散起到较显著促进作用.

* 上海铁道大学,上海市绿化站,华东师范大学.绿化在改善上海市热岛效应中作用的研究.1997

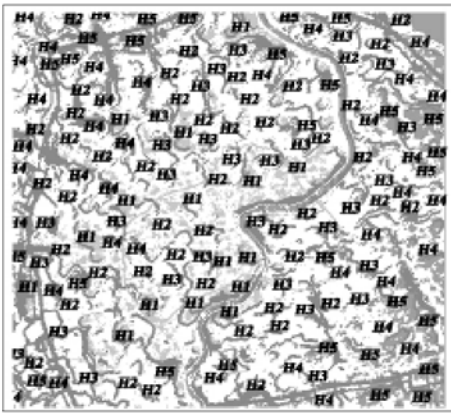


图 1 上海市区热岛分布

Fig.1 Pattern of heat island in Shanghai Metropolitan
H1 高温区域(热岛中心) H2 次高温区域 H3 中等高温区域
H4 次低温区域 H5 低温区域

2.3 降低气挟菌含量

1998 年 10 月的实测结果表明,不同规模、结构及类型的绿地对气挟菌含量的影响有较显著的差异,见图 2~图 4.

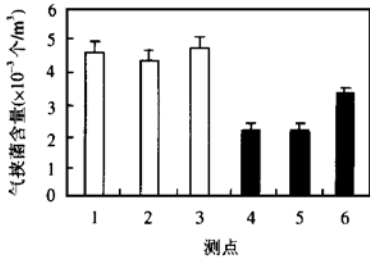


图 2 居住区测点气挟菌平均含量

Fig.2 Mean numbers of airborne bacteria at residence sites

- 1.曹杨五村复层绿地 a 2.复层绿地 b 3.对照 4.甘泉新村复层绿地 a 5.复层绿地 b 6.对照
- 为平均值的标准误差

在测点绿地面积和对照裸地面积皆为 100m² 时,交通干道绿地测得人体呼吸线高度 (150cm 处) 的气挟菌含量分别是公园乔-灌-草复层绿地的 17~23 倍,是草坪的 4~5 倍,是居住区绿地的 5~13 倍.在各交通干道(高架路),由于绿化带本身规模不大,一般宽度约 4m,植物高度

0.4~0.8m,植物种类配置相对较为简单,在粉尘污染较严重的环境条件下,滞尘在植物叶表形成了一定厚度的覆盖层,特别是在一些人工喷水次数较少的局部地段,植物叶表面积尘厚度可达 3~4mm,导致植物生长不良甚至死亡,这在很大程度上影响和抑制了植物的抑菌、杀菌效应.

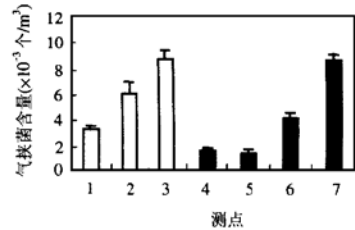


图 3 公园测点气挟菌平均含量

Fig.3 Mean numbers of airborne bacteria at park sites
1.中山公园复层绿地 2.草坪 3.对照 4.长风公园复层绿地 a
5.复层绿地 b 6.草坪 7.对照
图注同图 2

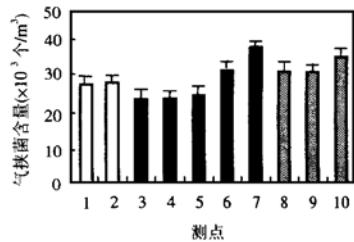


图 4 交通干道测点气挟菌平均含量

Fig.4 Mean numbers of airborne bacteria at main traffic roads

- 1.中山北路绿化带 2.对照 3.安西路绿化带 a 4.绿化带 b
5.对照 6.共和新路绿化带 7.对照 8.黄兴路绿化带 a
9.绿化带 b 10.对照
- 图注同图 2

由图 2 可见,在入流量较小、绿地结构以乔-灌-草复层绿地为主的两个居住区,测得对照裸地的气挟菌含量略高于绿地,但差异并不显著,绿化规模和群落构建层次相对较高的甘泉新村绿地的气挟菌含量明显低于曹杨五村的绿地,后者的气挟菌含量分别是前者的 1.7 倍和 1.8 倍.

由图 3 可知,在游人较多、整体绿化环境较

好的公园,测得复层绿地与草坪和对照裸地的气挟菌含量有较显著的差异。

从绿地降低气挟菌的总体效果看,复层结构绿地明显优于草坪。这是因为复层结构绿地与草坪等植被在单位面积上的三维量值上的差异最高可达5~39倍^[2],复层结构绿地在三维量值方面的优势主要表现为在垂直空间上有较大的叶面积和阻挡面,能减缓气流并促使其中颗粒较大的尘粒沉降,从而较有效地减少作为气挟菌载体的粉尘,此外由于其自身分泌较多的杀菌、抑菌物质,故空气中含菌量较低;而草坪虽然能分泌一定的杀菌、抑菌物质,也能通过吸附空气中的粉尘和固定地表尘土起到较显著的减尘作用^[4],但由于其自身结构及层次较为简单,对气流的减速能力及吸滞粉尘的能力均不如复层结构绿地,故气挟菌含量高于复层结构绿地。

2.4 净化气态污染物

绿地净化气态污染物的功能受诸多环境因素的影响,在1998年1月对NO_x进行的实测结果出现了很大的波动,但总的来说绿地中NO_x的浓度低于对照裸地,且不同结构及规模的绿地对NO_x的净化效果存在着较大的差异。如绿化程度好的人民公园及绿化程度中等的人民广场的大气环境质量状况明显优于绿化较差的南京西路,后者的NO_x浓度是人民广场的1.6~1.7倍,是人民公园的1.5~2.4倍。这是因为人民广场是典型的开敞空间,虽有大片的绿地,但绿地结构以低矮的灌-草型群落为主,在广场边缘单行种植的银杏、广玉兰等乔木层树种株距较大,未能形成足够规模的隔离带,附近交通干道上的污染物可随风扩散至广场内部,绿地中测得的污染物浓度略低于对照裸地。在邻近的人民公园,选择了作为采样点的2个典型的植物群落均较好地反映了该公园绿地的结构特征,群落1是以夹竹桃和女贞为主的乔木林,高度约4.5m,郁闭度约为90%,测得林内NO_x浓度为0.083 mg/m³;群落2是以海桐为主,棕榈、夹竹桃组成的乔-灌型群落,高约4.5m,郁闭度约为90%,测得林内NO_x浓度为

0.122mg/m³,而对照裸地的NO_x浓度为0.132mg/m³,可见这两个郁闭度大的群落的植物枝叶对污染物起到了一定的吸附和过滤作用,使污染物浓度有所降低。

目前关于绿地对气态污染物的净化机理不是很清楚,实验结果表明,绿地在生理阈值范围内能通过吸收作用去除一些气态污染物,但更易接受的观点则认为绿地的障壁效应对气态污染物的扩散起到了很重要的限制作用^[5]。

3 结论

绿地的三维生态特征在很大程度上影响着绿地的综合生态功能的发挥,绿地的三维生态特征越完善,则绿地改善环境的效能越显著。从改善城市生态环境方面考虑,绿地建设应重视提高绿地的三维量值及优化其空间布局,增强绿地的负反馈功能。

参考文献:

- [1] 同济大学,重庆建筑工程学院,武汉城建学院. 城市园林绿地规划 [M]. 北京:中国建筑工业出版社,1982.31-34.
- [2] 周坚华. 城市生存环境绿色量值群的研究(5)—绿化三维量及其应用研究 [J]. 中国园林,1998,14(59):61-63.
- [3] 周淑贞,张超. 城市气候与导论 [M]. 上海:华东师范大学出版社,1985. 67.
- [4] 王铸豪. 植物与环境 [M]. 北京:科学出版社,1986.149-152.
- [5] 中野尊正,沼田真,半谷高久,等. 城市生态学 [M]. 孟德政,刘得新译. 北京:科学出版社,1986.63-64.

作者简介: 张浩(1973-),男,浙江常山人,华东师范大学在读博士生,主要从事城市生态学研究。参加了“上海与英国伦敦等城市绿地生态效应与管理对策比较研究”,“城市绿地三维绿量生态效应的中英比较研究”等项目的研究工作,发表论文4篇。

致谢: 感谢周国祺教授提供了上海城市热岛卫星遥感图片,李俊祥博士负责完成了卫星遥感图片的城市绿地信息的提取。