

上海人工绿地群落 UVB 屏蔽效率与冠层特征关系初步研究

郑思俊 张庆费** 夏 楠 侯庆武 林明锐

(上海市园林科学研究所 200232)

摘要:采用欧氏距离聚类分析方法,对上海几种典型植物群落的 UVB 屏蔽效率和群落叶面积指数、枝下高等冠层特征因子日的相关关系进行分析。结果表明:1)所测定人工群落 UVB 平均屏蔽效率为 91.1%,群落内 2m 高处 UVB 辐射通量仅为全光照旷地的 14%。毛竹群落和女贞群落屏蔽效率最高,分别为 98.5%,97.8%。2)不同植物群落 UVB 屏蔽效率在冠层特征梯度上表现出显著的分异,植物群落内 UVB 辐射通量与群落叶面积指数成显著负相关关系,与群落高度和枝下高成显著正相关关系。3)在植被覆盖较少且紫外地面反射辐射较为强烈的游憩场所,可考虑种植叶倾角较小且叶面积较大的植物,如广玉兰(*Magnolia grandiflora*)、女贞(*Ligustrum lucidum*)、桂花(*Osmanthus fragrans*)等。

关键词:紫外辐射-B;人工群落;屏蔽效应;城市绿地;冠层特征

上海位于我国华东低海拔地区,其 UVB 辐射强度分布属于中等区域^[7,20],但随着臭氧层衰减,近年到达上海地表的紫外辐射有所增加,这也是城市共同面临的环境问题^[6]。紫外辐射 B 段(UVB)有较为强烈的生物作用,UVB 增加可导致人类多种疾病发生率增加^[14]。同时,受到 UVB 胁迫作用,一些动植物的生理活动和生命过程发生改变,继而引起的生态环境问题也对人类社会产生深远影响^[4,8,10,11,12]。影响地表 UVB 辐射的因素有太阳高度角、天气状况、云量和云状、大气能见度、下垫面反射等^[1,3,13,17,19],此外植被也有较强的紫外辐射屏蔽作用,这主要由于植物叶表面对 UVB 的物理反射以及叶片中类黄酮、花色素甙等物质对光的选择性吸收作用引起^[1,2,15]。

目前,针对 UVB 研究主要从生理角度分析地表 UVB 辐射大幅提升后动植物的胁迫响应,同时对不同纬度、不同海拔地区 UVB 辐射状况的长期观测

也较为完善,但对于城市绿地中 UVB 辐射状况以及植物改善辐射环境的研究鲜有报道^[5,9,16]。城市绿地作为城市居民重要的休憩场所,辐射环境对人类健康影响至关重要。本文通过对比上海城市绿地不同优势种植物的 UVB 屏蔽效率,并初步分析屏蔽效率与群落结构的相关关系,以期营造健康的休憩环境提供借鉴和参考。

1 研究地区概况

监测点设在上海植物园,位于上海南面徐汇区,近黄浦江,是具有 30 年历史的城市公园绿地。选择常见的 7 种城市绿地群落进行 UVB 日进程对比,所选群落均为单优势种人工群落,且冠层形成郁蔽,结构均为乔-草或灌-草类型。在每种群落类型中,设立 3 个 10m×10m 标准样地,并进行群落学调查,对群落结构参数取均值作为最终值,所调查群落结构如表 1 所示。

表 1 测定 UVB 屏蔽效率的植物群落

群落类型	AH(m)	ABH(m)	ADBH(cm)	CR(%)	LAI
香樟群落 <i>Cinnamomum camphora</i> comm.	14	10	26	70	2.33
银杏群落 <i>Ginkgo biloba</i> comm....	15	5	12	60	2.55
女贞群落 <i>Ligustrum lucidum</i> comm.	10	5	14	95	2.25
毛竹群落 <i>Phyllostachys pubescens</i> comm.	6	2.5	5	90	/
悬铃木群落 <i>Platanus acerifolia</i> comm.	20	12	38	80	1.96
桂花群落 <i>Osmanthus fragrans</i> comm.	5	2.5	20	95	2.51
广玉兰群落 <i>Magnolia grandiflora</i> comm.	12	4	21	85	2.40
国槐群落 <i>Sophora japonica</i> comm.	13	11	20	90	2.31
旷地草本群落 Herb community	0.2	/	/	85	/

AH: 平均高度; ACD: 平均冠幅; ABH: 平均枝下高; ADBH: 平均胸径; CR: 盖度; LAI: 叶面积指数,下同。

2 研究方法

于2007年夏季进行人工群落UVB辐射日进程测定。测点选择方法：以标准样方对角线交点为中心，在正东，正东南，正南，正西南，正西，正西北，正北，正东北八个方向选八个测点，每测点离中心点距离均为3m。从8:30开始，每隔1小时进行1次测量，连续测定三天，均为晴天。旷地选择草坪以同样方法测定作为对照。UVB辐射采用地表植被光谱仪SpectroSense2(产地英国)进行测定。UVB辐射测量高度均为2m，群落内测量时避开光斑。

UVB日总量以日照时段内每小时所测得UVB辐射通量之和度量。对三天中同一时间测量值进行平均并绘制不同群落UVB辐射日进程，计算群落屏蔽效率。人工群落UVB屏蔽效率评判：以全光照旷地UVB值减去群落内UVB值所得差值除以旷地UVB值，以所得的百分比作为比较数值。

利用PC-ORD for windows 4.01，以不同时段群落内UVB辐射通量值为基础数据进行植物群落聚类分析(Euclidean distance method)，同时利用SPSS 11.0进行群落内UVB辐射能量日峰值与群落冠层特征的相关分析。

3 结果与分析

3.1 不同人工绿地群落UVB日进程比较

由图1可知，全光照旷地夏季UVB呈倒U型日

进程，峰值出现在12:00前后，而由于冠层叶面积、叶量以及叶倾角的差异，不同群落日进程差异较大。女贞群落、毛竹群落、桂花群落和广玉兰群落内UVB几乎呈直线型日进程，即群落内UVB在不同时段差异较小，且没有明显峰值出现。而香樟群落、银杏群落、悬铃木群落和国槐群落内UVB仍呈倒U型日进程，且峰值出现时间与旷地一致。

女贞群落、毛竹群落、桂花群落和广玉兰群落内UVB日总量分别为0.1971W/m²、0.1344W/m²、0.9854W/m²、1.1983W/m²，而香樟群落、银杏群落、悬铃木群落和国槐群落内UVB日总量分别为0.9108W/m²、0.7335W/m²、3.0482W/m²、2.7003W/m²；旷地UVB日总量平均为12.5736W/m²。由单因素方差分析可知，毛竹群落与国槐群落、悬铃木群落的UVB辐射差异极显著(P=0.007, 0.002<0.01)；香樟群落、桂花群落、广玉兰群落与悬铃木群落的UVB辐射差异显著(P=0.023, 0.029, 0.049<0.05)；银杏群落与国槐群落、悬铃木群落的UVB辐射差异显著(P=0.037, 0.014<0.05)；女贞群落与国槐群落、悬铃木群落的UVB辐射差异极显著(P=0.008, 0.003<0.01)；所测定八种群落均与旷地的UVB辐射差异极显著(P<0.01)。

3.2 不同人工绿地群落UVB屏蔽效率比较

毛竹群落、女贞群落、桂花群落、广玉兰群落和银杏群落的UVB屏蔽效率平均分别为98.5%、97.8%、93.9%、92.6%和91.8%，而香樟群落、国槐群落和悬铃木群落的UVB屏蔽效率平均分别为89.8%、83.3%

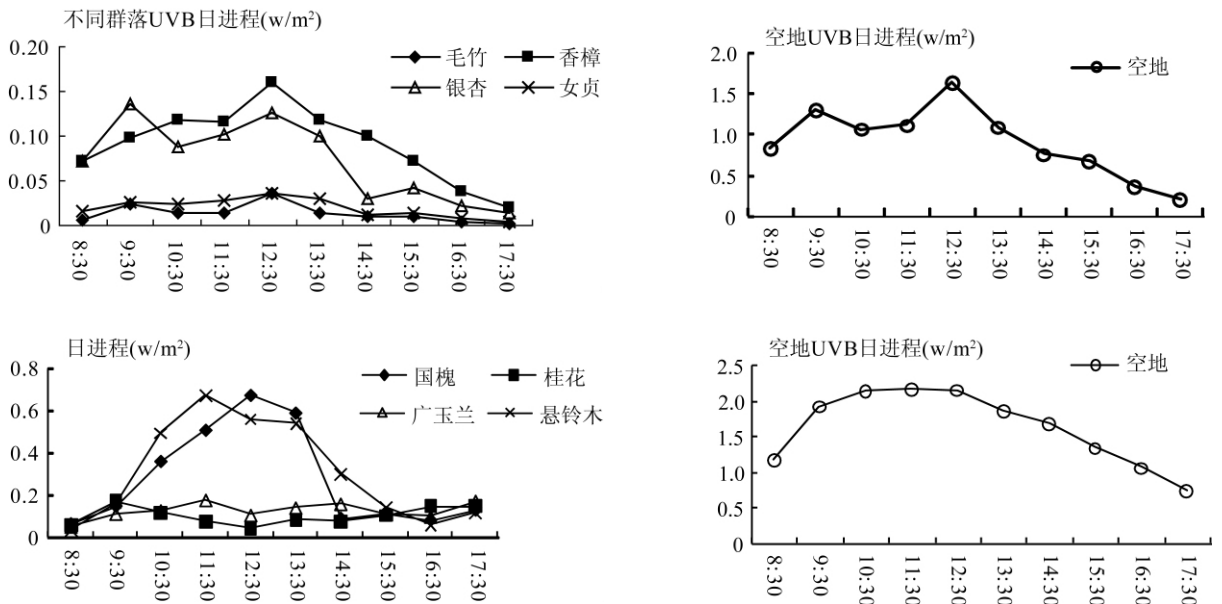


图1 不同群落内UVB日进程

和 81.2%(见表 2)。所测定群落 UVB 平均屏蔽效率为 91.1%，即群落内 2m 高处 UVB 辐射值仅为全光照旷地 14%。2007 年夏季，所测定群落内 2m 高处 UVB 日总量平均为 1.2385 W/m²；而全光照旷地 2m 高处 UVB 日总量平均为 12.5736 W/m²。

表 2 不同群落 UVB 屏蔽效率

群落类型	日进程类型	屏蔽效率(%)	峰值(W/m ²)
香樟群落	倒 U 型	89.8	0.091
银杏群落	倒 U 型	91.8	0.073
女贞群落	直线型	97.8	0.035
毛竹群落	直线型	98.5	0.035
悬铃木群落	倒 U 型	81.2	0.305
桂花群落	直线型	93.9	0.168
广玉兰群落	直线型	92.6	0.171
国槐群落	倒 U 型	83.3	0.270

绿地群落的 UVB 屏蔽效率随时间变化而变化，其中悬铃木群落和国槐群落的 UVB 屏蔽效率呈午间弱，早晚强的日变化规律，而其它群落 UVB 屏蔽效率日变化较为平缓且各时段差异不显著（见图 2）。冠层位置较高且叶倾角较大的植物群落对入射角较低的 UVB 辐射（早晚太阳高度角较低情况）屏蔽作用更强，而冠层位置低且叶较为平展植物群落 UVB 屏蔽作用受太阳高度角影响较小。

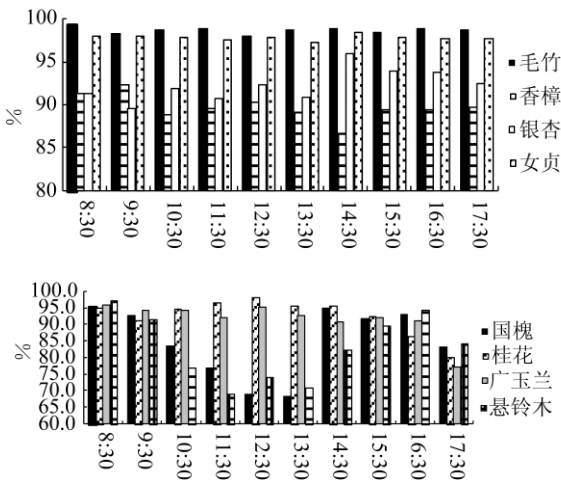


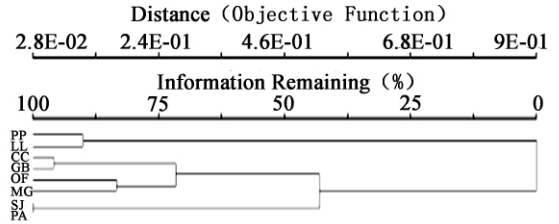
图 2 不同群落 UVB 屏蔽效率日进程

表 3 植物群落 UVB 辐射与冠层特征参数相关分析

	UVB	LAI	AH	ABH	CR	ADBH
UVB Pearson Correlation	1	-0.674*	0.656*	0.636*	0.035	0.601
Sig.(1-tailed)	.	0.048	0.039	0.045	0.467	0.058
N	8	7	8	8	8	8

3.3 植物群落 UVB 屏蔽效率与群落结构相关分析

欧氏距离聚类分析表明：若分为两组，冠层位置最高的国槐群落和悬铃木群落为一类，其它群落为一类；而在 70%信息水平上可分为三组，冠层郁闭度较高且位置最低的毛竹群落和女贞群落为一类，而中等冠层位置的香樟群落、银杏群落、桂花群落和广玉兰群落为一类，而国槐群落和悬铃木群落仍为一类。因此，不同植物群落 UVB 屏蔽效率在冠层特征梯度上表现出显著的分异(见图 3)。



图中:PP-毛竹,CC-香樟,LL-女贞,GB-银杏,PA-悬铃木,OF-桂花,MG-广玉兰,SJ-国槐

图 3 不同植物群落聚类分析结果

UVB 辐射与冠层特征相关分析表明：植物群落内 UVB 辐射通量与群落叶面积指数成显著负相关关系，与群落高度和枝下高成显著正相关关系(见表 3)。而群落叶面积指数代表群落冠层叶生长状况，而群落高度表征群落冠层所在位置，该 3 个冠层结构参数的差异最终由植物叶数量、形态及其着生方式的不同引起。而叶作为 UVB 主要吸收面和反射面，在冠层中的分布决定了 UVB 辐射在群落内的重分配。同时，也证明了群落内紫外辐射强度受到叶面积指数、叶片形态、叶角分布、叶片散射、吸收和反射、叶片空间分布的异质性等多种结构特性影响^[21]。因此，群落内紫外辐射季节性变化动态不仅受到太阳辐射季节性强弱变化影响，也与群落冠层特征和季节性生理变化有关。

4 结论

所测定 8 种人工群落 UVB 平均屏蔽效率为 91.1%，即群落内 2m 高处 UVB 辐射能量仅为全光

照旷地 14%,其中以女贞群落、毛竹群落 UVB 屏蔽效率最高。绿地群落的 UVB 屏蔽效率随时间变化而变化,主要是由于植物叶倾角以及太阳高度角的不同引起。女贞群落、毛竹群落、桂花群落和广玉兰群落内 UVB 呈直线型日进程,即群落内 UVB 在不同时段差异较小,且没有明显峰值出现。而香樟群落、银杏群落、悬铃木群落和国槐群落内 UVB 与空地 UVB 均呈倒 U 型日进程,且峰值出现时间与空地一致。

不同植物群落 UVB 屏蔽效率在冠层特征梯度上表现出显著的分异,植物群落内 UVB 辐射通量与群落叶面积指数成显著负相关关系,与群落高度和枝下高成显著正相关关系,即植物群落冠层特征最终决定了群落内的 UVB 辐射状况。

为营造更为健康的城市绿地休憩环境,选择植物时应增加考虑植物群落 UVB 屏蔽效能,为进一步提升城市绿地的生态功能服务。在植被覆盖较少且紫外辐射地面反射较为强烈的游憩场所,可考虑种植叶倾角较小且叶面积较大的植物,如女贞 (*Ligustrum lucidum*)、桂花 (*Osmanthus fragrans*)、广玉兰 (*Magnolia grandiflora*) 等。

参考文献

- [1] Blumthaler M, Ambach W. Solar UVB-albedo of various surfaces[J]. Photochemistry and Photobiology, 1988, 48:85-88.
- [2] C. T. Ruhland, T. A. Day, Changes in UV-B radiation screening effectiveness with leaf age in *Rhododendron maximum* [J]. Plant, Cell & Environment, 1996, 9 (6), 740-746.
- [3] 郭松,周秀骥. 青海高原大气及紫外辐射 UV-B 观测结果的初步分析[J]. 科学通报. 1994, 39(1): 50-53.
- [4] Grant, R. H. and G. M. Heisler () Solar ultraviolet-B and photosynthetically active irradiance in the urban sub-canopy: a survey of influences [J]. Znt. J. Biometeorol, 1996, 39,201-212.
- [5] 郭秀林,王睿文. 紫外辐射增加对植物生长及某些生理代谢的影响[J]. 生物学杂志. 2001,18(1):11-14.
- [6] Kathryn S. Brown The ozone layer: burnt by the Sun Down Under [J]. Science. 1999 285: 1647-1649.
- [7] 廖永丰,王五一等. 到达中国陆面的生物有效紫外线辐射强度分布. 地理研究[J]. 2007, 26(4): 821-827.
- [8] 李元,杨济龙等. 紫外辐射增加对春小麦根际土壤微生物种群数量的影响[J]. 中国环境科学. 1999, 19(2):157-160.
- [9] 李海涛,胡东等. 北京市六种园林绿化树种对 UVB 的屏蔽效率[J]. 城市环境与城市生态. 2003,16(6):139-141.
- [10] Martin J. Brown Geoffrey G. parker, et al, a survey of ultraviolet-B radiation in forests [J]. Journal of ecology, 1994, 82:843-854.
- [11] Paul C. Frost, Alyson Mack, et al, Environmental Controls of UV-B Radiation in Forested Streams of Northern Michigan [J]. Photochemistry and Photobiology. 2006, 82:781-786.
- [12] S. I. SEMERDJIEVA, E. SHEFFIELD, Contrasting strategies for UV-B screening in sub-Arctic dwarf shrubs [J]. Plant, Cell and Environment, 2003, 26, 957-964.
- [13] 王普才,吴北婴,章文星. 影响地面紫外辐射的因素分析 [J]. 大气科学. 1999,23(11):1-8.
- [14] 吴兑. 太阳紫外线辐射及其生物效率 [J]. 气象. 26(4): 54-57.
- [15] 岳明,王勋陵. 紫外 B 辐射增强对小麦和燕麦繁殖特性影响的研究[J]. 中国环境科学. 1998, 18(1):68-71.
- [16] 阴俊,谈建国. 上海地区地面太阳紫外辐射的观测和分析[J]. 热带气象学报. 2006,22(1):86-90.
- [17] 张维,邵德民. 影响上海地区太阳紫外辐射的研究[J]. 气象. 28(11):48-54.
- [18] 张小全,徐德应等. 林冠结构、辐射传输与冠层光合作用研究综述[J]. 林业科学研究. 1999,12 (4) : 411-421.
- [19] 郑有飞,石广玉,何金海,柯耀文. 南京地区紫外辐射初步研究[J]. 南京气象学院学报. 2000, 23(2): 235-241.
- [20] 祝青林,于贵瑞,蔡福等. 中国紫外辐射的时空分布特征[J]. 资源科学. 27(1):108-113.
- [14] 应用生态学报, 2000,11(2):297-300.
- [14] 查轩,唐克丽,张科利,等. 植被对土壤特性及土壤侵蚀的影响研究. 水土保持学报, 1992, 6(2):52-58.
- [15] 李小平,张利权. 2006. 土壤生物工程在河道坡岸生态修复中的应用与效果. 应用生态学报, 17(9):1705-1710.
- [16] Easson G, yarbrough L D. The effect of riparian vegetation on bank stability. Environmental and Engineering Geoscience, 2002,8(4):247-260.
- [17] 刘定辉,李勇. 植物根系提高土壤抗侵蚀性机理研究. 水土保持学报, 2003,17(3):34-37.

(上接第 29 页)