

重庆市区绿地园林植物群落降温增湿效应研究

冯义龙 田中, 何定萍* (重庆市园林绿化科学研究所, 重庆 400042)

摘要 通过对重庆市主城区绿地中园林植物群落调查及群落内外温湿度的测定, 并根据干扰程度、绿地类型、组成结构及郁闭度不同, 分析比较群落的物种多样性及其降温增湿效应。

关键词 园林植物群落; 物种多样性; 郁闭度; 降温增湿; 重庆

中图分类号 S718.56 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)07-02736-04

Study on Effect of Reducing Temperature and Increasing Humidity in Gardening Plant Community in Chongqing City

FENG Yi-long et al (Chongqing Institute of Landscape Greening, Chongqing 400042)

Abstract Through investigation on the plant community in gardens in main urban greenbelts in Chongqing and determination on the temperature and humidity inside and outside of plant community, the species diversity of plant community and its ecological effect of reducing temperature and increasing humidity were analyzed and compared on base of the different interference degree, greenbelt types, component structure and crown density.

Key words Plant community in gardens; Species diversity; Crown density; Reducing temperature and increasing humidity; Chongqing

在城市建设中植物景观已成为城市活动的基础设施之一, 有关植物的降温、增湿、吸收 CO₂ 及有毒气体、释放 O₂、抗污滞尘、杀菌和减低噪音等方面的研究较多^[1-4]。目前重庆主城区园林植物群落的研究尚属起步阶段, 以前的研究大多是针对某一特定区域的植物群落为研究对象, 如对缙云山常绿阔叶林和四面山常绿阔叶林植物群落的物种组成和结构特征的研究^[5-6], 对城市园林植物群落的研究仅仅局限在对不同区域、不同园林绿地的树种统计, 尤其是不同群落类型的生态效益的研究几乎没有。园林城市的建设需要有一套适合自身园林植物群落营建的生态学理论, 尤其了解不同植物群落类型所具有的生态效益, 从而达到科学指导城市园林绿化的目的。为此, 笔者研究群落的物种多样性及其降温增湿效应。

1 材料与方法

1.1 调查区域 重庆市位于东经 105°17' ~ 110°11'、北纬 28°10' ~ 32°13' 的青藏高原与长江中下游平原的过渡地带, 属亚热带季风性湿润气候, 年平均气温在 18℃ 左右, 冬季最低气温平均在 6 ~ 8℃, 夏季平均气温在 27 ~ 29℃, 日照总时数 1 000 ~ 1 200 h, 冬暖夏热、无霜期长、雨量充沛、湿润多阴、雨热同季, 常年降雨量 1 000 ~ 1 400 mm, 春夏之交夜雨尤甚, 素有“巴山夜雨”之说。调查区域包括重庆主城区范围内的渝中区、江北区、沙坪坝区、九龙坡区、南岸区、北碚区、大渡口区、渝北区、巴南区, 亚热带常绿阔叶林是最具有代表性的主要地带性植被类型。

1.2 调查群落类型 根据重庆市主城区主要园林绿地类型及植物群落结构模式, 将所调查的园林植物群落按干扰程度划分为自然绿地、半自然绿地和人工绿地, 其中后者又按绿地类型分为公园绿地、道路绿地 2 种类型, 按生活型构成划分为常绿阔叶林、落叶阔叶林、针叶林、混交林、纯林、疏林草地、灌丛、草地或草坪 8 种类型。

1.3 调查样地的选择 公园绿地选取沿中央山脊一线的鹅岭公园, 此外有北碚公园、沙坪公园、枇杷山公园、花卉园和大渡口公园; 道路绿地除对主城区的主要街道进行勘查, 重

点对石桥铺至鹅岭公园路段(渝州路、大石路、长江一路)、长江二路、中山三路、枇杷山正街、北区路、长滨路、红石路等的绿化带进行研究, 同时选取部分立交桥(大公馆立交、校场口立交、石桥铺立交、黄花园立交和松树桥立交)进行研究, 并以缙云山自然保护区青龙寨和高观音的常绿阔叶林为自然型对照, 歌乐山、平顶山森林公园中的林地半自然对照, 比较自然绿地和人工绿地的物种多样性、郁闭度及其降温增湿效应。各样地的干扰程度、群落特征、取样数目等如表 1。

1.4 样方调查 采用群落学常规样方调查方法^[7], 样方面积为 10 m × 10 m, 对样方内的乔木和灌木依次进行统计, 而草本的调查面积为 1 m × 1 m, 按对角线在 10 m × 10 m 的样方内调查 5 个小样方。样方调查的主要内容是群落种类组成的数量特征, 包括物种的多度、高度、盖度(乔木的郁闭度、灌木和草本的盖度)和生长型类型(常绿树或落叶树)。

1.5 群落降温增湿效应的测定方法 测定仪器: TES-1360 数字式温湿度计(台湾 TES 生产)。测定时间: 上午 10:00 ~ 12:00, 下午 14:00 ~ 16:00, 且裸地温度在 32℃ 以上。测定方法: 在调查的样方对角线上选取 5 个点来测定温度和湿度, 每个点按 0.1、1.3、2.0 m 这 3 个高度分别读数, 取 3 个读数的平均值作为该点的值, 再计算出这 5 个点的平均值即为样方内的温度和湿度; 在样方外的空地也按 0.1、1.3、2.0 m 这 3 个高度分别读数, 计算其平均值作为裸地的温度和湿度。

1.6 数据整理与分析 用 Excel 软件对各样地的样方按乔木层、灌木层和草本层分别建立相应的数据文件, 然后对原始数据进行分类整理和计算。物种多样性指数(Species diversity): 物种多样性能反映群落中的物种数目、结构以及各物种的个体数量及其均匀程度的综合数量指标, 最常用的是 Simpson 指数、Shannon-Wener 指数和 Pielou 均匀度指数^[8]。

Simpson 指数: $D_s = 1 - \sum_{i=1}^S [ni(ni-1)] / [N(N-1)]$; Shannon-Wener 指数: $H = 3.3219(\lg N - 1/N \sum_{i=1}^S ni \lg ni)$; Pielou 均匀度指数: $J = [N(N-1)] / [\sum_{i=1}^S ni(ni-1)] / [N(N-1)] / [(S-1) + (S+1)]$; 式中, ni 代表第 i 个种的个体数, N 代表所有种的个体总数, b 为 N/S 的余数, a 为 $(N-b)/S$ 的余数。加权平均物种数量(The weighted average tree species abundance): $S_r = \sum_{i=1}^S (ni/N) S_i$; 式中, S_i 代表每一类型园林植

作者简介 冯义龙(1978-), 男, 湖北谷城人, 助理工程师, 从事城市园林生态、生态恢复、园林植物应用等方面的研究。* 通讯作者。

收稿日期 2007-11-05

物群落物种丰富度的加权平均值, S 为群落的树种数量, N 代表具有树种数量为 S 的群落数量, N 为该类型的园林植物

表1 调查样地的类型、分布及特征

Table 1 The types, distribution and characteristics of sample plots

样地类型 Types of sample plots	干扰类型 Types of interference	地点 Sites	样方数量 No. of sample plots	特征 Characteristics
自然森林 Natural forest	自然型 Natural	缙云山自然保护区 Jinyunshan nature reserve	16	受人为干扰影响较小的地带性植物群落, 群落类型为亚热带常绿阔叶林 That community affected by jamming slightly, belonged to evergreen broad-leaf forest
森林公园 Forest park	半自然型 Semi-natural	平顶山公园、歌乐山森林公园 Pingdingshan Park, Geleshan Forest Park	15	受到一定程度人为干扰而残存的自然群落, 表现为少量农田和村舍对植物群落结构、功能的破坏和影响, 群落类型多为马尾松林和落叶阔叶林 Natural community remained from jamming to some extent, represented the effect of a few farmland and cottage to the structure and function, belonged to masson pine forest and deciduous broad-leaf forest
公园绿地 Greenbelt in park	人工型 Artificial	鹅岭公园、沙坪公园、大渡口公园、花卉园、枇杷山公园 Eling Park, Shaping Park, Dadukou Park, Hovei garden, Pipashan Park	35	受人为干扰影响严重的在城市中生长植物群落, 表现在人为的喜好对植物群落营建的结构和形式起决定性作用 That community grew in city and severely affected by jamming, represented crucial effect of people's fancy to structure and forms of plant community
道路绿地 Road greenbelt	人工型 Artificial	主要街道(如大石路)、立交桥 High street (such as Dashi Road), doveleaf junction	20	同公园绿地 Same as characteristics of greenbelt in park

群落总数。

2 结果与分析

2.1 植物群落物种多样性比较

2.1.1 不同干扰类型植物群落的物种多样性。根据公式计算各干扰类型植物群落的物种数量加权平均值 S_r 、物种多样性指数和均匀度指数 J , 结果如表2 所示。

表2 不同干扰类型植物群落的物种多样性

Table 2 Species diversity of plant communities in different interference types

干扰类型 Types of interference	指数 Indicators	乔木层 Tree layer	灌木层 Shrub layer	总体 Total
自然型 Natural	S_r	4.600 0	19.050 0	20.800 0
	Simpson	0.912 9	0.954 7	0.958 2
	Shannon	3.606 7	5.521 4	5.167 9
	J	0.540 0	0.070 7	0.109 2
半自然型 Semi-natural	S_r	3.100 0	7.190 0	8.190 0
	Simpson	0.872 3	0.741 3	0.871 7
	Shannon	3.299 0	3.272 0	3.888 9
	J	0.500 0	0.236 5	0.300 9
人工型 Artificial	S_r	2.170 0	2.460 0	4.300 0
	Simpson	0.843 2	0.592 4	0.811 7
	Shannon	3.083 2	2.017 3	3.297 0
	J	0.457 8	0.243 8	0.212 9

由表2 可知, 自然森林植物群落的物种丰富度指数最高, 乔木层平均种类为4.6 种, 灌木层为19.05 种。半自然型居中, 相比而言, 人工型公园乔木层和灌木层的树种数量都不及3 种, 且总体的数量也只有4.3 种, 仅为自然森林植物群落的1/5。3 种类型植物群落的乔木层和总体的Simpson 指数都超过0.8, 尤其自然森林最为突出, 其乔木层、灌木层和总体的Simpson 指数均达0.9 以上, 乔木层树种也较其他两种类型分布均匀, 均匀度指数为0.540 0, 说明自然森林植物群落乔木层的优势种数量少, 多为1~2 种, 但分布均匀。其灌木层

树种的均匀度指数仅为0.070 7, 原因是自然森林植物群落属地带性植被, 符合自然演替的规律, 灌木层除大量乔木层树种的幼苗外, 林下荫蔽的环境滋生了较多阴生的常绿或落叶树种, 如近轮叶木姜子、草珊瑚、细枝柃、异叶榕、绒毛红果树等, 物种多样性丰富, 但分布不均匀, 如有的阳性树种只在林缘出现, 有的树种要伴随特定的树种出现。人工型公园植物群落灌木层树木的物种多样性指数较自然型显著降低, 多为一些观赏性较高且容易成活的常见绿化树种, 如山茶、杜鹃、红x 木、蚊母树、毛叶丁香、冬青卫矛、凤尾丝兰等, 物种数量有限, 所形成的景观效果也单一。

2.1.2 不同人工绿地园林植物群落的物种多样性。将城市中所调查的人工型园林植物群落按公园绿地和道路绿地类进行相应统计, 得到各类型不同层次的物种数量加权平均值 S_r 、物种多样性指数和均匀度指数 J , 见表3。由表3 可知, 城市中公园绿地植物群落中树种总体加权平均数比道路绿地高。公园绿地植物群落树木的物种多样性指数乔木层的Simpson 指数位居最高, 道路绿地植物群落的物种多样性较低, 其乔木层、灌木层和总体的Simpson 指数均低于0.7, 原因是道路绿地植物群落的乔木层树木多为行道树, 一般为1~2 种树种, 而灌木层树种多采用群植、片植或列植的形式, 个体数量较种类甚多。但是, 街道绿地灌木层树种的加权平均值为3.27, 比公园绿地的值高, 说明道路绿地使用的灌木层树种较丰富, 道路绿地的灌木层有很多在其他类型绿地中较少出现的树种, 如八角金盘、金叶女贞、假连翘、大花美人蕉、花叶艳山姜等, 这些树种多采用片植或群植形式, 不仅季相变化丰富、色泽鲜艳, 而且景观效果好, 能达到街道绿化美化的效果。

2.2 植物群落降温增湿效应比较

2.2.1 不同结构类型植物群落物种多样性和降温增湿效应。根据所调查植物群落生活型特征, 将群落划分为常绿阔叶林、落叶阔叶林、混交林、针叶林、纯林、疏林草地、灌丛、草丛

表3 不同人工绿地园林植物群落的物种多样性

Table 3 Species diversity of plant communities in different artificial green space types

绿地类型	指数	乔木层	灌木层	总体
Types of greenbelt	Indicators	Tree layer	Shrub layer	Total
公园绿地 Greenbelt in park	Sr	2.170 0	2.460 0	4.390 0
	Smpson	0.843 2	0.592 4	0.811 7
	Shannon	3.083 2	2.017 3	3.297 0
道路绿地 Road greenbelt	J	0.457 8	0.243 8	0.212 9
	Sr	1.680 0	3.270 0	3.730 0
	Smpson	0.664 3	0.601 8	0.678 0
	Shannon	1.788 4	0.994 1	2.345 1
	J	0.664 4	0.079 1	0.214 1

或草坪8 种类型, 不同类型植物群落的物种多样性和降温增湿效应如表4 所示。从表4 可知,8 种类型植物群落中, 常绿阔叶林的物种多样性最丰富, 而且在改善小气候方面的功效也最显著。采用乔灌草搭配的形式不仅可以丰富群落的物种多样性, 增加垂直层次, 同时可以获得更大的绿量, 而且在改善小气候方面的功效也显著。在城市中营建园林植物群落, 为了满足景观的多样性, 不仅需要层次丰富、树种配置接近自然群落的密林, 也需要林下空旷、能为人们提供休闲场地的疏林草地, 此外灌丛和草丛等都是不可缺少的, 但是在满足景观需求的前提下, 应尽量采用乔灌草搭配的复合群落模式, 增加绿量, 以达到提高植物群落生态效益的目的。

2.2.2 不同郁闭度(盖度)植物群落的降温增湿效应。以常

表4 不同结构类型植物群落的物种多样性和降温增湿效应

Table 4 Species diversity and ecological benefit of different structure of plant communities

结构类型	多样性指数	降温	增湿
Structure type	Diversity index	Temperature drop	Humidification %
常绿阔叶林 Evergreen broadleaf forest	0.756 8	7.4 ±1.2	11.8 ±2.4
	2.507 4		
落叶阔叶林 Deciduous broadleaf forest	0.478 4	6.2 ±1.4	9.7 ±2.9
	1.240 2		
混交林 Mixed forest	0.634 5	5.1 ±0.9	8.6 ±1.2
	1.868 4		
针叶林 Coniferous forest	0.729 8	4.9 ±1.1	6.2 ±0.9
	2.482 4		
纯林Pure forest	0.121 4	5.9 ±2.1	7.1 ±3.2
	0.344 1		
疏林草地 Open forest and grassplot	0.453 0	2.4 ±0.9	4.3 ±1.2
	1.030 6		
灌丛Strub	0.507 6	2.1 ±1.1	3.2 ±1.9
	1.349 4		
草丛或草坪 Bushwood or lawn		0.9 ±0.4	2.1 ±1.1

绿阔叶林、纯林和灌丛的植物群落为对象, 研究郁闭度(盖度)大小对群落生态效应发挥的影响。将各群落的生态效应按不同的郁闭度等级进行统计, 结果如表5 所示。

表5 不同郁闭度植物群落的降温增湿效应

Table 5 Ecological benefit of temperature drop and increasing humidity of different crown plant communities

郁闭度等级 Gown density	常绿阔叶林 Evergreen broadleaf forest		纯林 Pure forest		灌丛 Shrub	
	降温	增湿	降温	增湿	降温	增湿
	Temperature drop	Humidification %	Temperature drop	Humidification %	Temperature drop	Humidification %
>0.85	8.8 ±0.9	14.4 ±0.7	7.8 ±1.5	9.7 ±1.8	2.9 ±1.2	4.7 ±0.9
0.70 ~0.85	4.8 ±1.8	9.7 ±2.8	4.3 ±0.7	7.6 ±1.5	2.7 ±1.1	4.5 ±0.8
0.40 ~0.70	3.1 ±0.9	4.4 ±2.1	2.6 ±0.3	5.3 ±0.4	1.9 ±0.9	4.0 ±0.9
<0.40	1.8 ±1.0	3.9 ±0.7	-	-	1.3 ±0.5	3.6 ±0.7

从表5 可知,3 种结构类型植物群落的郁闭度与其增湿和降温的大小关系大致相同, 郁闭度(盖度)越大, 增湿降温效果越好, 生态效益越好。如常绿阔叶林, 郁闭度在0.85 以上的密林夏季高温条件下可以降温3~4, 增湿14%左右, 郁闭度在0.70~0.85 的密林能降温2, 增湿10%;0.40~0.70 间的疏林也能降温1, 增湿4%。灌丛和草丛由于缺乏林冠层乔木的遮荫效果, 整体来说不能起到很好的增湿降温效果, 但是其盖度的大小还是与生态效应的发挥有着直接的关系。纯林由于物种组成单一, 不能起到很好的保持城市生物多样性的目的, 但是研究结果表明, 郁闭度大的纯林其增湿降温效果显著, 尤其是郁闭度在0.85 以上的纯林增湿降温和常绿阔叶林相当, 而且林下通畅荫庇的环境可以为人们提供休闲娱乐的场所。

2.3 不同绿地类型降温增湿效应的比较

2.3.1 不同干扰程度绿地降温增湿效应。选取主城区的自

然型绿地(主要是缙云山自然保护区)、半自然型绿地(平顶山公园、歌乐山公园)、人工绿地(主要包括大渡口公园、峨岭公园、沙坪坝公园、立交桥和街道绿地)的主要植物群落类型为研究对象, 比较不同人为干扰程度的植物群落在降温增湿方面的效应, 结果如表6 所示。从表6 可知, 在降低温度、增加湿度方面, 均有自然绿地>半自然绿地>人工绿地的规律。这说明了自然绿地在改善城市环境质量方面的优越性, 在城市建设中应该尽量保护好城市中原有的自然绿地, 同时在绿地的建设和改造中应尽量减少人为的干扰作用。

2.3.2 不同人工绿地降温增湿效应。人工绿地中, 公园绿地和道路绿地是两种主要类型, 其生态效益之间的关系如表7 所示。由表7 可知, 无论是在降低温度方面, 还是增加湿度方面, 公园绿地的效果都比街道绿地要好。

3 讨论

(1) 城市公园植物群落中的物种多样性显著低于自然森

林植物群落。自然型植物群落优势种的集中程度高,优势种多在1~2种。半自然型植物群落由于受不同程度的人为干扰,优势种的集中程度不一。对人工型植物群落而言,城市公园植物群落的优势度指数较自然森林显著降低,而且优势

种也都在3种以上,以常见的园林绿化树种为主(香樟、秋枫、黄葛树、小叶榕、荷花玉兰等)。相比而言,道路绿地的优势度指数较自然森林高,原因是重庆的大部分道路都是以黄葛树和小叶榕作为行道树,优势种突出。

表6 不同干扰程度绿地降温增湿效应

Table 6 Ecological benefit of temperature drop and humidification of different grade interfere greenbelt

绿地类型 Types of greenbelt	降低温度 Temperature drop				增加湿度 Humidification %			
	下 Low	中 Medium	上 Top	平均 Mean	下 Low	中 Medium	上 Top	平均 Mean
自然型绿地 Natural greenbelt	3.14	3.18	3.19	3.17	8.49	8.91	8.99	8.80
半自然型绿地 Semi-natural greenbelt	2.12	2.12	2.12	2.12	9.28	7.99	7.60	8.29
人工型绿地 Artificial greenbelt	1.46	1.48	1.48	1.47	5.22	4.36	4.15	4.58

表7 不同人工绿地降温增湿效应比较

Table 7 Comparison of temperature drop and humidification of different artificial greenbelt

绿地类型 Types of greenbelt	降低温度 Temperature drop				增加湿度 Humidification %			
	下 Low	中 Medium	上 Top	平均 Mean	下 Low	中 Medium	上 Top	平均 Mean
公园绿地 Greenbelt in park	1.67	1.69	1.69	1.68	5.19	4.41	4.30	4.63
道路绿地 Road greenbelt	1.12	1.13	1.14	1.13	5.26	4.29	3.92	4.49

(2) 城市绿地中灌木种类较乔木种类少,但灌木各树种多以片植、列植的形式栽植,密度大,因此灌木层的个体数量较乔木层极高。道路绿地乔木层常绿树和落叶树的种类比例为1:1,常绿树的优势地位未得到突出。群落的类型主要以疏林草地和草坪为主,93%的群落郁闭度均在0.40以下,遮荫效果较差,实用性不佳。

(3) 8种结构群落的降温增湿效应大小大致为:常绿阔叶林>落叶阔叶林、混交林、针叶林、纯林>疏林、灌丛>草坪或草丛。有乔木层的群落,其郁闭度越大,增湿降温效果越好,反映出生态效益越好;灌丛和草丛由于缺乏高层乔木的遮荫效果,整体来说不能起到很好的增湿降温效果;纯林虽然物种组成单一,一般不被重视,但研究结果表明,郁闭度大的纯林其增湿降温效果仍显著。

(4) 通过研究分析,并针对重庆主城区现有园林绿化树种的特点、遵循亚热带常绿阔叶林的地带性植被特征,建议应有限制地运用黄葛树、香樟、重阳木、荷花玉兰、小叶榕等5种乔木和杜鹃、毛叶丁香、山茶等3种灌木;乔木层可适当增加樟科、木兰科、杜英科、壳斗科、桑科、茶科、山矾科等科的树种,如樟科的大叶樟、天竺桂、黑壳楠,杜英科的日本杜英、橄榄果杜英,山矾科的黄牛奶树、四川山矾,茶科的四川大头

茶等都是良好的城市绿化树种;灌木层可增加对小檗科、冬青科、茶科等科树种的应用,如茶科的细枝柃、川萼连蕊茶、四川厚皮香,小檗科的十大功劳、细叶十大功劳,冬青科的冬青等。此外,还要根据城市中的生态环境和气候特点,不同街道及绿地的立地条件(光、水、土等)、绿化带的性质(分车、人行、路侧防护等)及临街建筑物状况,选择和种植与之相适应的乡土树种,合理地搭配,尽可能增强城市生态系统的自我调节能力,在美化城市景观的同时,实现生物多样性和种群稳定性,增强城市绿地生态效益。

参考文献

- [1] SOUCHC A, SOUCHC. The effect of trees on summertime below canopy urban climates: a case study Bloomington, Indiana [J]. J Arbor, 1993, 19(5): 303-312.
- [2] AKBARI H. Shade trees reduce building energy use and CO₂ emissions from power [J]. Harts Environmental Pollution, 2002, 116: 119-126.
- [3] 张光智, 王继志. 北京及周边地区城市尺度热岛特征及其演变 [J]. 应用生态学报, 2002, 13(1): 43-50.
- [4] 杜克勤, 刘步军, 吴昊. 北京物种草坪地被植物生态效益的研究 [J]. 中国园林, 1997, 14(4): 36-38.
- [5] 钟章成. 常绿阔叶林生态学研究 [M]. 重庆: 西南师范大学出版社, 1988.
- [6] 赵群芬, 李旭光, 刘玉成. 重庆四面山常绿阔叶林物种多样性研究 [J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 1998, 23(1): 85-91.
- [7] 林鹏. 植物群落学 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1986: 45-67.
- [8] 张金屯. 植被数量生态学方法 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2003.

(上接第2700页)

- [6] 丁洪, 张伟光. 花生新型专用肥的研制与应用 [J]. 中国油料作物学报, 2002, 24(4): 57-60.

- [7] 逢焕成, 梁业森, 吴江. 大豆施用肥料增效剂的应用效果 [J]. 土壤肥料, 2005(4): 22-24.
- [8] 李卫华, 丁洪, 颜明娟, 等. 新型专用配方肥对马铃薯产量及品质的影响 [J]. 中国农学通报, 2007, 23(3): 289-292.