

文章编号: 1000-5692(2002)01-0048-05

森林公园旅游设施建设中生态气候的变化

周蕾芝¹, 周淑红², 钱新标¹

(1. 浙江林学院 生态环境研究所, 浙江 临安 311300; 2. 浙江省淳安县林业局, 浙江 淳安 311700)

摘要: 对杭州小和山森林公园内不同下垫面性质的旅游设施点(如木屋、蒙古包、湖边沙滩和跑马场等)和林地进行多次温度、湿度、风和日照等生态气候要素的实际观测, 分析这些要素在改变了原林地下垫面性质后的变化特点, 并用方差分析法检验变化的显著性程度以及对旅游者舒适度的影响。分析结果表明, 在初夏季节, 各旅游设施点与林地相比, 地温和气温都有明显提高, 其中地温提高最为显著; 空气湿度降低, 日照增加, 风速接近林地。林地和旅游设施点的舒适度指数相差1级, 林地为6级, 人们普遍感觉舒适; 各旅游设施点为7级, 暖, 大部分感觉舒适。进入盛夏, 天气转热, 温度、湿度和舒适度的变化更加显著。表6参4

关键词: 森林公园; 旅游设施; 生态气候

中图分类号: S716; TU986.5⁺2 **文献标识码:** A

在森林生态旅游逐渐成为都市人休闲度假时尚时, 怎样在保护森林生态环境的同时, 有效地开发森林生态旅游资源, 使森林公园旅游设施与环境协调, 人文景观与自然景观融洽, 既保护良好的森林生态气候环境, 又满足旅游者在旅游、娱乐、度假和休养方面的需求, 这直接影响森林公园的客流量。本文以杭州小和山森林公园为例, 探讨在林地内进行各项旅游设施建设, 因改变了林地下垫面状况而引起生态气候的变化和对人体舒适度的影响程度。

1 公园旅游设施概况

杭州市小和山森林公园位于市区西南部, 距市中心仅15 km。公园占地330 hm², 地势北高南低, 山丘呈南北走向, 海拔都在150 m以下。植被以混交林为主, 绿树成荫, 竹林连片, 景色优美。公园主体部分位于海拔20~30 m山丘缓坡上, 分别建有小木屋、蒙古包与跑马场等休憩娱乐设施。在公园的西南低洼处有一面积约0.5 hm²的自然小湖(称为密西湖), 湖的北岸铺有人工沙滩, 约有0.2 hm²。

小木屋群座落在海拔20~25 m的开阔缓坡上, 共有10排40间, 每间面积约为14 m², 总占地0.2 hm²。木屋东侧有成片竹林, 西侧有果园环抱。木屋之间种有零星竹木。

蒙古包为直径3.0 m, 高2.5 m的圆锥形帆布帐篷, 成一字形排列, 共有20个, 搭建在水泥地面上, 占地0.1 hm²。蒙古包前面有一狭长花坛, 花坛上铺有水泥桌椅。

跑马场位于公园中部, 1999年前建在窄谷之间的石砾地上。1999年扩建成开阔平坦的坡地, 占地2.5 hm²。

收稿日期: 2001-08-13; 修回日期: 2001-11-02

作者简介: 周蕾芝(1943-), 女, 浙江黄岩人, 高级讲师, 从事气候和生态气候学研究。

上述各类旅游设施材料与下垫面性质和林地相比有了很大变化, 相互间也有很大不同, 如木屋周围是泥土地和零星竹木, 蒙古包周围却是水泥地和水泥桌椅, 跑马场是石砾, 湖边是沙滩。以上旅游设施累计有 3.5 hm^2 , 约占公园总面积的 1%。

2 研究方法

为了研究森林公园内旅游设施建设因改变原林地下垫面状况而引起生态气候的变化特点, 我们在杭州小和山森林公园选取不同旅游设施点即木屋、蒙古包、湖边沙滩和跑马场等处进行温度、湿度、风和日照的常规观测, 并以林地作为对照点。观测时间为 5 月中下旬至 6 月上旬的杭州旅游旺季, 从 1996 年至 2000 年进行多次观测, 每次观测选择不同天空状况 (晴天、少云和多云), 在白天旅游活动的 9: 00~16: 00 黄金时段里进行, 每隔 1 h 观测 1 次, 并求出该时段平均值。文中提及的平均地温、平均气温、相对湿度和舒适度数值都是指该时段的平均值, 并非全天平均值。本文在进行相关分析时, 根据小气候差异稳定性的原理, 每年挑取 1 d 典型的天气状况作为代表进行分析。

第 1 步, 统计分析不同旅游设施点的温度、湿度、风和日照与林地相比的变化特点, 并利用单因素方差分析法检验不同旅游设施点与林地之间以及不同旅游设施点相互之间的主要气象要素差异显著性程度。其检验公式为

$$F = \frac{Q_1}{Q_2}$$

其中 Q_1 表示 5 组样本 (林地、木屋、蒙古包、湖边沙滩和跑马场) 组间离差平方和, Q_2 表示各组样本组内离差平方和。当 $F > F_{0.05}$ 时, 说明它们相互之间差异是显著的, 否则差异就不显著。

第 2 步, 计算舒适度, 采用上海市气象局给出的舒适度指数 (I_{SSD}) 计算公式。对于夏半年来说:

$$I_{SSD} = 1.8 t - 0.145 u(1.8 t - 26) + \alpha_1(t - 33)\sqrt{v} + 0.134 S + 270$$

其中 t, u, v, S 分别表示气温 ($^{\circ}\text{C}$)、相对湿度 (以小数表示)、风速 ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) 及日照时数 (h), α_1 表示夏半年风向订正系数。其值为:

$$\alpha_1 = \begin{cases} -0.14 & \text{SSE-E-NE} \\ -0.07 & \text{WNW-N-NNE} \\ 0.07 & \text{W-SW-S} \end{cases}$$

由公式可知, 舒适度大小主要决定于气温和湿度, 而风与日照所占权重极小。

在分别求出各设施点舒适度后, 再利用方差分析进行差异显著性检验。

3 结果与分析

3.1 地温的变化

杭州小和山森林公园内有繁茂的混交林和竹林。据测定, 晴天林内几乎无日照, 冬温夏凉为林地气候基本特征。一旦林地改建为不同的旅游设施后, 改变了下垫面状况, 也就改变了地表的热量收支状况, 从而引起地面温度变化^[1]。各旅游设施点的地面平均温度和地面最高温度观测与计算结果分别见表 1 和表 2。

从表 1 看出, 地面温度每次都是以林地最低, 以跑马场为最高。从 5 次平均值来看, 林地为 25.3°C , 跑马场为 35.7°C , 相差 10.4°C 。其他依次为木屋、蒙古包和湖边沙滩。之所以跑马场温度最高, 原因有二: 一是地

表 1 不同旅游设施点 9: 00~16: 00 平均地面温度

Table 1 The mean soil surface temperature during 9: 00 to 16: 00 on different tourism infrastructure $^{\circ}\text{C}$

观测日期	天空状况	林地	木屋	蒙古包	湖边沙滩	跑马场
1996-05-13	少云	26.2	30.6	35.7	34.7	39.5
1997-06-03	晴	25.7	28.4	31.6	32.5	42.1
1998-06-02	晴	28.8	31.5	34.3	38.6	38.8
1999-06-02	多云	24.6	28.1	29.1	28.3	30.2
2000-05-16	多云	21.3	23.0	25.5	27.3	28.0
平均		25.3	28.3	31.2	32.2	35.7

表空旷, 无遮蔽, 太阳辐射强; 二是地表为石砾, 热容量小, 白天极易吸热。此外, 从表 1 还可以看到, 晴天不同设施点的温度差异更明显。

从表 2 可见, 地面最高温度与地面温度变化规律相似, 平均最高温度也是林地最低, 为 29.6°C , 跑马场最高为 43.8°C , 相差 14.2°C 。个别年份 (如 1997 年, 相差 20.3°C , 差别极大)。

方差分析得知, 不同旅游设施点与林地之间以及各旅游点之间的地面温度差异达到显著程度, 其 $F = 4.09 > F_{0.05} = 2.87$; 日最高温度的 $F = 5.43 > F_{0.01} = 4.43$, 达到极显著程度。由此说明不同旅游设施点与林地下垫面性质差异大, 导致地温变化亦显著。由本例可以得出, 当林地内地面平均温度超过 25.0°C , 地面最高温度超过 30.0°C 时, 设施点与林地的地温差异就接近或超过极显著的程度。

3.2 气温的变化
空气中热量来源主要不是直接吸收太阳辐射, 而是来自地表的热量传递。因此不同旅游设施点的地温变化也必然引起气温的变化, 见表 3 和表 4。

3.2 气温的变化

由表 3 和表 4 看到, 平均气温、最高气温与地面温度、地面最高温度变化规律相似, 都是以林地最低, 跑马场最高, 平均升高 4.0°C , 升高幅度要比地温小得多。这是因为某地的气温不仅受到该地地温高低的影响, 而且由于空气流动性还受到周围气温高低的影响。方差分析得出, 平均气温 $F = 1.74 < F_{0.10} = 2.25$, 差异不显著; 最高气温 $F = 2.26 > F_{0.10} = 2.25$, 差异较显著。由此看到, 林地气温在 25.0°C 以下, 最高气温在 30.0°C 以下时, 不同设施点的气温差异不显著, 超过此温度界线就会有明显差异。

3.3 相对湿度的变化
相对湿度的观测结果表明, 每次都是林地最高, 蒙古包和跑马场最低, 从 5 次平均来说, 林地为 82% , 蒙古包和跑马场为 67% , 木屋与湖边沙滩次之, 为 $74\% \sim 76\%$ (表 5)。方差分析显示, $F = 1.34 < F_{0.10}$, 说明相对湿度差异也不很明显。

3.3 相对湿度的变化

3.4 风和日照的变化
从实际观测来看, 公园内风速很小, 2 m 高处风速, 林地为 $0.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 沙滩和跑马场比较开阔, 最大也小于 $1.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。日照时数在林地为 0.0 h , 在沙滩和跑马场因比较开阔, 在 9: 00 ~ 16: 00 时段里日照时数可达 5 ~ 6 h, 其他各点都少于此数。日照时间在晴天时, 各点才有差

表 2 不同旅游设施点地面日最高温度

Table 2 The highest soil surface temperature on different tourism infrastrucrur $^{\circ}\text{C}$

观测日期	天空状况	林地	木屋	蒙古包	湖边沙滩	跑马场
1996-05-13	少云	32.6	39.7	42.0	43.2	48.2
1997-06-03	晴	31.2	36.2	39.4	42.5	51.5
1998-06-02	晴	34.8	39.7	42.8	43.0	45.5
1999-06-02	多云	26.0	32.8	35.9	35.5	37.9
2000-05-16	多云	23.5	25.5	34.3	34.8	35.9
平均		29.6	34.8	38.9	39.8	43.8

表 3 不同旅游设施点 9: 00 ~ 16: 00 时平均气温

Table 3 The mean air temperature during 9: 00 to 16: 00 on different tourism infrastrucrur $^{\circ}\text{C}$

观测日期	天空状况	林地	木屋	蒙古包	湖边沙滩	跑马场
1996-05-13	少云	25.6	26.0	26.5	26.3	27.3
1997-06-03	晴	23.9	28.1	28.4	28.7	28.7
1998-06-02	晴	26.1	26.5	26.9	27.0	27.5
1999-06-02	多云	23.9	24.6	25.8	25.6	26.6
2000-05-16	多云	22.7	23.2	23.8	24.5	24.5
平均		24.4	25.7	26.3	26.4	26.9

表 4 不同旅游设施点日最高气温

Table 4 The highest air temperature during on different tourism infrastrucrur $^{\circ}\text{C}$

观测日期	天空状况	林地	木屋	蒙古包	湖边沙滩	跑马场
1996-05-13	少云	28.8	29.7	31.6	30.1	34.7
1997-06-03	晴	29.8	31.5	32.2	30.7	34.0
1998-06-02	晴	28.0	28.2	29.2	29.0	30.2
1999-06-02	多云	25.8	28.8	30.2	28.2	28.4
2000-05-16	多云	25.0	25.8	26.4	29.6	29.5
平均		27.5	28.8	29.9	29.5	31.4

异, 而在少云或多云时差异就很少或无差异。

表 5 不同旅游设施点 9: 00 ~ 16: 00 相对湿度

Table 5 The mean relative humidity during 9: 00 to 16: 00 on different tourism infrastructure %

观测日期	天空状况	林地	木屋	蒙古包	湖边沙滩	跑马场
1996-05-13	少云	64	60	54	55	50
1997-06-03	晴	83	75	56	68	60
1998-06-02	晴	81	76	65	78	71
1999-06-02	多云	91	80	77	85	76
2000-05-16	多云	90	87	85	83	79
平均		82	76	67	74	67

表 6 不同旅游设施点 9: 00 ~ 16: 00 舒适度指数

Table 6 The convenience index during 9: 00 to 16: 00 on different tourism infrastructure

观测日期	天空状况	林地	木屋	蒙古包	湖边沙滩	跑马场
1996-05-13	少云	71	72	73	73	75
1997-06-03	晴	68	75	76	76	76
1998-06-02	晴	72	72	73	73	74
1999-06-02	多云	68	69	71	71	72
2000-05-16	多云	66	67	68	69	69
平均		69	71	72	72	73

到显著标准, F 值为 1.71。差异不显著的原因, 一方面是因为空气是流动的, 各旅游设施点与林地相互之间存在着热量水分的交换, 而且旅游设施面积小, 受林地温度和湿度的调节作用比较大; 另一方面是本文的观测资料是来自初夏季节, 温度不高, 若在 7~8 月份, 温度高, 相应的舒适度差异可能明显些^{3,4}。

4 结论与建议

本文是依据杭州小和山公园初夏旅游旺季里选择典型的天气类型所观测的气象资料进行分析的, 因此下面所得出的结论也仅限于该季节小和山森林公园内各旅游设施建设生态气候变化的特点, 对于其他季节的变化规律尚须深入研究。

在森林公园内进行旅游设施建设, 因改变了原林地的下垫面性质, 打破了水热状况平衡, 引起了生态气候的变化。主要表现在: ①地温和气温比林地都有明显的升高, 地温升高最为显著, 以跑马场居首, 平均升高 14.0℃以上, 个别年份高达 20.0℃。其他各点依次是沙滩、蒙古包、木屋。②空气湿度变化与温度相反, 都比林地低, 其中跑马场与蒙古包最低, 平均低 15%。③日照比林地充足。④反映在舒适度上相差 1 个等级。随着天气转热, 温度、湿度和舒适度都将会较林地有更大的差异, 生态气候的变化也愈明显。

在森林公园内进行旅游设施建设应注意 2 个问题: ①旅游设施面积不宜过大, 不宜成片。以小和山森林公园为例, 经测算, 设施面积以小于林地总面积 1%为宜。当然并非绝对, 尚需进一步探讨。设施建设不宜连片, 应分散为佳, 最好是设施与林地相互错落, 以尽量减少各类设施建设对林地下垫面的过多改变。②设施建设所采用的建材少用水泥、石头和沙等热容量小又极易吸热的材料, 多以竹木等含水量大热容量大的不易吸热的材料。在本例中, 木屋的温湿度变化就比水泥地上的蒙古包缓和些。各设施周围和道路两旁多增加绿地面积, 一方面可减小设施建设对林地下垫面性质的影响, 另一方面又能与森林公园整体环境相协调, 幽美雅致。

在森林公园内进行娱乐设施建设, 要避免建筑大面积地表裸露的场地, 如跑马场和赛车场之类的竞赛娱乐场地, 可建设以绿地和水域为依托的娱乐项目如高尔夫球场和水上娱乐场等, 防止绿地面积的缩小和水土流失, 减少尘埃和有害气体所产生的空气污染。

3.5 对舒适度的影响

前面对各设施点的生态气候变化特点进行了具体分析。人体在旅游中对外界气候环境感觉是否舒适, 不能以单一的某个气象要素来判断, 而是采用能综合反映气象要素的指标——舒适度来表示^[2]。根据上海市气象局舒适度公式进行计算, 计算结果见表 6。

从表 6 可知, 各点的舒适度变化不大, 从平均值来看, 变化在 69~73 之间。林地最小, 为 69, 舒适度指数等级为 6 级, 人们感觉最舒适。跑马场稍大些, 为 73, 舒适度指数为 7 级, 暖, 大部分人感觉舒适。舒适度虽相差 1 级, 但方差分析结果还未达

参考文献:

- [1] 信乃诠. 中国农业气象[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999. 873—878.
- [2] 周蕾芝, 周国模, 应娟. 旅游活动的适宜气候指标分析[J]. 气象科技, 1999, (1): 60—63.
- [3] 姜效泉, 周蕾芝, 陈知行. 毛竹气候生态优势层域的研究[J]. 浙江林学院学报, 1995, 12(4): 380—387.
- [4] 叶金印, 田朝辉. 城市发展对居民夏季舒适度影响的分析[J]. 浙江气象科技, 1998, 19(1): 38—41.

Ecological climatic change during construction of tourism infrastructure in forest park

ZHOU Lei-zhi¹, ZHOU Shu-hong², QIAN Xin-biao¹

(1. Department of Resources and Environment, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Forest Enterprise of Chun'an County, Chun'an 311700, Zhejiang, China)

Abstract: By the example of Xiaoheshan Forest Park in Hangzhou, the article analyzes the changeable characters under the change condition about primitive forest mat quality and also test significant influence degree at tourist convenience by variance analysis with help of observation about several factors such as temperature, humidity, irradiance, and wind speed on the mat of different tourism site (such as wooden house, Mongolic canopy, lake sand, horse running site). The result shows that soil and air temperature of tourism site rise obvious in contrast with forest land and soil surface temperature rise most significant during beginning of summer. As same time, the air temperature drops, the irradiance increases, and the wind speed near that of forest land. When distance of convenience index rank 1, and 6 in forest land, visitors feel comfortable at moment; 7 in tourism site, most of them feel comfortable either. During the hot summer, the change of temperature, humidity and convenience will be more obvious.

Key words: forest park; tourism infrastructure; ecological climate