

地势对北京避暑旅游气候舒适度的影响

沙 祎, 张爱英*, 白 帆

北京市气象服务中心, 北京

收稿日期: 2024年5月14日; 录用日期: 2024年6月21日; 发布日期: 2024年6月30日

摘 要

利用2010~2019年北京6个郊区的52个自动气象观测站的逐小时气象资料, 分析了一天中北京郊区避暑旅游舒适度(B)的时间及空间变化特征, 并探究了海拔高度对北京郊区适宜开展避暑旅游的时段及区域分布的影响。结果表明: 海拔高度对避暑旅游舒适度日变化有明显影响, 对最适宜开展避暑旅游的时段及区域有一定判断作用; 随着海拔高度升高, 北京郊区的B日变化可分为三类, 适宜开展避暑旅游的区域海拔高度应高于400米, 其中海拔高度高于900米的区域适宜开展避暑旅游时段为09~18时, 与公众出游时间重合度更高, 且舒适度更高, 舒适时段也 longer; 按行政区划来看, 适宜开展避暑旅游的地区主要为延庆、房山、门头沟的西部, 以及平谷、密云区的东部。综合来看, 海拔高度偏高的区域更适宜开展避暑旅游。

关键词

海拔高度, 避暑旅游, 气候舒适度, 日变化, 北京

The Influence of Topography on the Climate Comfortability of Cool Summer Tourism in Beijing

Yi Sha, Aiying Zhang*, Fan Bai

Beijing Meteorological Service Center, Beijing

Received: May 14th, 2024; accepted: Jun. 21st, 2024; published: Jun. 30th, 2024

Abstract

Based on the hourly meteorological data from 52 automatic meteorological stations in 6 suburbs

*通讯作者。

of Beijing from 2010 to 2019, the temporal and spatial daily variation characteristics of the climate comfortability of cool summer tourism (B) in Beijing suburbs were analyzed, and the influence of altitude on the suitable time period and regional distribution of cool summer tourism in Beijing suburbs was explored. The results are as follows: Altitude has a significant impact on the daily variation of B, and has a certain role in judging the most suitable time period and area for cool summer tourism. As the altitude increases, the daily variation of B in Beijing suburbs can be divided into three types. The suitable area for cool summer tourism should have an altitude higher than 400 meters, and the area with an altitude higher than 900 meters is suitable for cool summer tourism from 9 to 18 o'clock, which coincides with the public travel time more closely, and has a higher climate comfortability and a longer comfortable period. According to the administrative division, the suitable areas for cool summer tourism are mainly located in western Yanqing, western Fangshan, western Mentougou, eastern Pinggu and eastern Miyun District. In general, the higher the altitude is, the more suitable for cool summer tourism.

Keywords

Altitude, Cool Summer Tourism, Climate Comfortability, Daily Variation, Beijing

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

长期以来,气象部门监测并记录下温度、湿度、风力风向、气压等一系列气象要素,并以此为基础分析其规律进行预报服务,其主要任务集中在防灾减灾和为农服务等领域,更加注重预报准确从而减小气象灾害带来的损失。但近年来,随着国家经济的不断发展,人民生活水平得到了极大的提高,人们在娱乐、文化、旅游等方面消费的比重在不断增加,人们对气象服务的需求也不再停留在基础的天气层面,而是期待能够获取更多有效帮助人们享受天气、提高生活质量的气象服务,因此从趋利角度出发而开展的气象服务越来越受到重视,其中旅游就与气象息息相关[1] [2]。

舒适的气候条件是人们选择旅游地点的重要参考之一,精细化的气象服务也可以使游客获得更好更舒适的旅游体验[3] [4]。前人针对旅游气候舒适度方面已经做了大量研究,王远飞和沈愈[5]、杨成芳[6]、马丽君等[7]、王华芳[8]、罗生洲[9]、刘少军[10]、刘峰贵等[11]先后使用基于气象要素建立的气候舒适度经验模型分别对上海、山东、陕西、山西、青海、海南等地的气候舒适度进行了分析,得出了夏季上述地区的气候舒适度指标的逐月及年际尺度的空间分布差异和时间序列变化规律,揭示了不同地区适宜开展避暑旅游的时段及区域分布情况。近些年避暑旅游的概念逐渐受到人们的关注,不少人选择在炎热的夏天前往相对清凉的旅游目的地避暑[12] [13],目前国内也有很多学者在原有的经验模型基础上,添加其他的影响因子,或结合当地气候特点,开展更加细致及适应于当地的避暑旅游气候适宜性研究,如吴普等[14]综合气候舒适度、灾害风险指数等指标构建了避暑旅游评价指标体系;孙银川等[15]以宁夏六盘山为研究区域,采用当地夏季气象资料,从体感温度的角度分析不同避暑舒适度等级日数分布特征及其有直接影响的气温、相对湿度和风速的效应;侯亚红等[16]通过对辽宁省内主要避暑景区的最高气温、平均气温、降水量、日照时数等气象要素分析,有针对性地建立了相应的避暑气象指数。

前人通过分析各类气象要素对各地避暑旅游舒适度开展了大量的研究,其中不乏有专门针对于山区或高海拔地区的相关研究,但还未有学者具体探究不同地势对避暑旅游舒适度时空分布的影响,且避暑

舒适度日变化尺度以及区划范围下的精细化研究也较少, 逐月和年际尺度的分析不足以满足日常面向公众开展相关服务的精细度要求。本文将通过分析北京郊区不同海拔高度下避暑旅游舒适度的日变化特征差异, 确定海拔高度对避暑旅游舒适时段分布的影响, 得出适宜进行避暑旅游的海拔高度区间以及区划范围和时段, 相关的研究成果可以为北京避暑旅游目的地的选取给出科学的建议, 在公众气象服务精细化需求高涨的当下具有重要的实际意义。

2. 数据与方法

2.1. 数据资料

本文研究中选用 2010~2019 年 6~8 月北京市西部及北部有山地分布的 6 个区内 52 个区域自动气象站的逐小时平均气温、最高气温、最低气温、相对湿度、2 m 平均风速的气象数据资料(数据下载自 MIDS 系统, 站点情况如图 1 所示)。

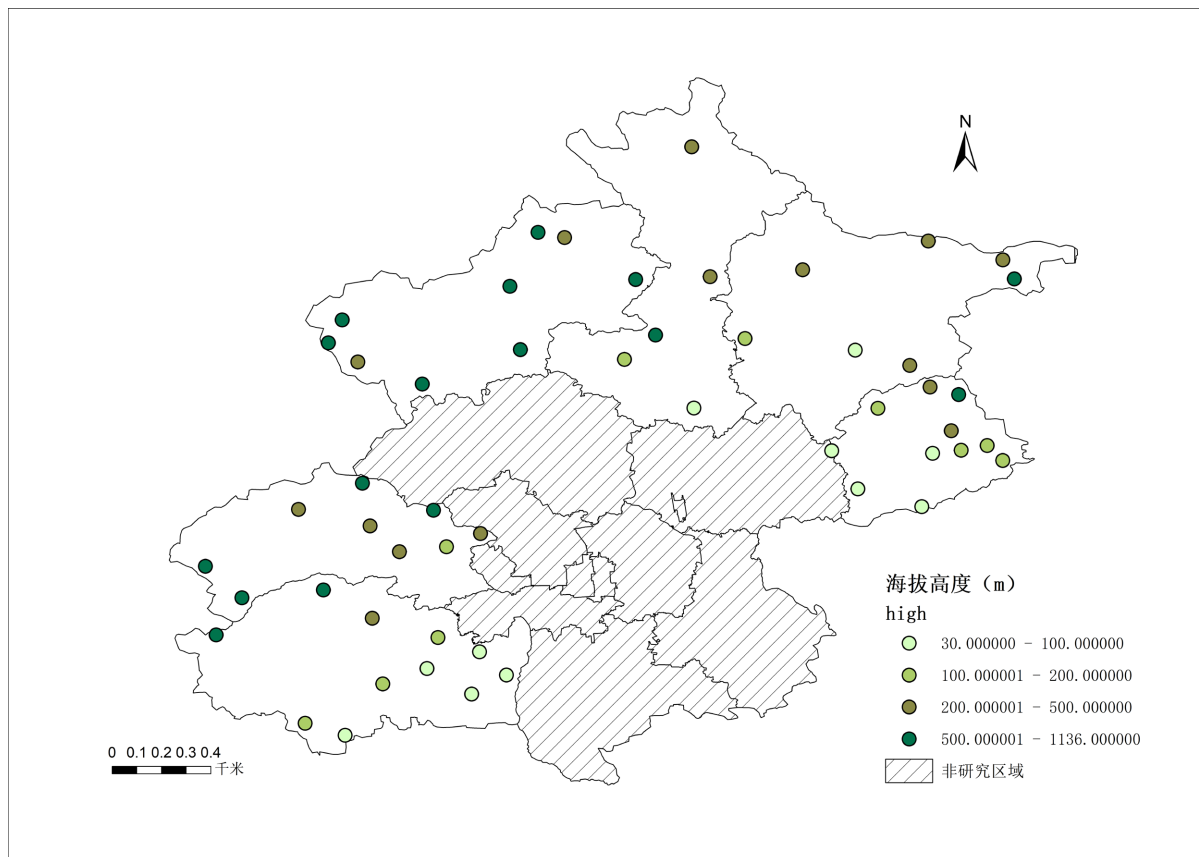


Figure 1. Altitude and spatial distribution of the stations used in this study

图 1. 研究所用站点的海拔高度及空间分布情况

2.2. 方法

2.2.1. 避暑旅游舒适度计算方法

避暑旅游舒适度表示旅游时段内不同体感温度等级对人体产生的综合影响, 是由旅游时段内各时刻的气温、相对湿度和风速所引起的体感温度来衡量的。本文研究中选取一年中开展避暑旅游的常规时段(6~8月)内每天 24 小时(下文表述为 0~23 时)的逐时观测资料, 参考《避暑旅游气候适宜度评价方法》(QX/T

500—2019), 首先计算各时刻的体感温度, 公式(1)为:

$$T_s = \begin{cases} T + \frac{15}{T_a - T_i} + \frac{V_{RH} - 70}{15} - \frac{V - 2}{2} T \geq 28^\circ\text{C} \\ T + \frac{V_{RH} - 70}{15} - \frac{V - 2}{2} 17^\circ\text{C} < T < 28^\circ\text{C} \\ T - \frac{V_{RH} - 70}{15} - \frac{V - 2}{2} T \leq 17^\circ\text{C} \end{cases} \quad (1)$$

公式(1)中, T_s 表示体感温度($^\circ\text{C}$), T_a 表示小时最高气温($^\circ\text{C}$), T_i 表示小时最低气温($^\circ\text{C}$), T 表示时刻气温($^\circ\text{C}$), V_{RH} 表示时刻相对湿度(%), V 表示时刻2米风速(m/s)。

其次, 由各时刻的体感温度计算旅游时段内避暑旅游舒适度, 公式(2)为:

$$B = \frac{B_0}{B_{\max}} \quad (2)$$

$$B_0 = \sum_{i=1}^4 r_i \times R_i \quad (3)$$

$$r_i = \frac{D_i}{N} \quad (4)$$

式(2)中, B 表示均一化后的避暑旅游舒适度(无量纲), B_{\max} 表示研究时段内该站点该时刻出现的 B_0 的最大值; B_0 表示均一化前避暑旅游舒适度, 计算公式见式(3), 式中 R_i 表示不同体感温度等级 i 的影响权重, 1级为60%, 2级为30%, 3级为10%, 4级为0; r_i 表示旅游时段内不同体感温度等级 i 发生的频率, 计算公式见式(4), 式中 i 表示体感温度等级(分级标准如表1所示), D_i 表示研究时段内该时刻不同体感温度等级 i 发生的时刻次数, N 表示研究时段内参与该时刻统计的总时刻数。

Table 1. Apparent temperature grading standard
表 1. 体感温度分级标准

体感温度等级(i)	体感温度(T_s / $^\circ\text{C}$)
1级	$22 \leq T_s \leq 24$
2级	$20 \leq T_s < 22$ 或 $24 < T_s \leq 25$
3级	$18 \leq T_s < 20$ 或 $25 < T_s \leq 28$
4级	$T_s < 18$ 或 $T_s > 28$

2.2.2. 统计学方法

采用聚类分析法对所有站点避暑旅游舒适度(B)的逐小时日变化情况进行分类, 并得到不同类型站点的海拔高度范围, 将52个站点按照海拔高度进行分组, 求出各组内站点的平均日变化作为一种典型的日变化形式, 再对各组内所有站点分别相对于其典型日变化情况进行0.05显著性t检验[17], 对每种典型日变化形式的代表性进行验证。

另外, 本研究中还运用了四分位法对避暑旅游舒适度(B)的等级进行划定, 并确定以高于第二四分位数($\geq Q_2$)为适宜开展避暑旅游的标准, 以高于第三四分位数($\geq Q_3$)为非常适宜开展避暑旅游的标准。

3. 结果与分析

3.1. 海拔高度对避暑旅游舒适度日变化的影响

采用上一节中的数据和方法对北京市西部北部6个区的52个海拔不同的站点2010~2019年的逐小时

避暑旅游舒适度进行了分析, 将各站的避暑旅游舒适度日变化曲线结果按海拔高度由低到高进行依次比对后, 确定了 400 m 和 900 m 两个明显的日变化差异分界线, 并得出了三类典型日变化情况如图 2 所示。

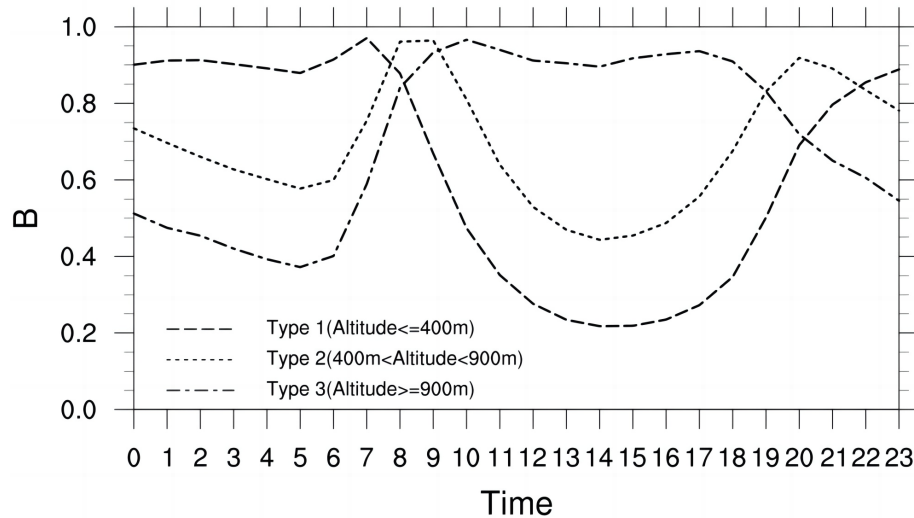


Figure 2. Daily variation curves of three typical types of cool summer tourism comfortability in Beijing suburbs

图 2. 北京郊区三类典型的避暑旅游舒适度日变化曲线图

为了验证三类日变化的代表性, 首先将 52 个站点分为三组(海拔高度 ≤ 400 m、 400 m $<$ 海拔高度 < 900 m、海拔高度 ≥ 900 m)分别进行显著性 t 检验。结果如表 2 所示, 可以得出属于 I 类和 III 类日变化的站点全部通过了显著性检验, 说明 I 类、III 类日变化可以很好的代表北京郊区相应海拔高度范围内全部站点避暑旅游舒适度的日变化情况。属于 II 类日变化的站点中也有高达 81.25% 通过了显著性 t 检验, 即 II 类日变化也可以代表绝大部分海拔高度在 400~900 m 站点的避暑旅游舒适度日变化特征。

Table 2. The number of stations of three types of typical daily changes and the results of significant t-test

表 2. 三类典型日变化的站点数及显著性 t 检验结果

分类	符合的站点数量	通过 0.05 显著性水平检验的站点数量	通过显著性 t 检验的比率(%)
I 类 (海拔高度 ≤ 400 m)	33	33	100%
II 类 (400 m $<$ 海拔高度 < 900 m)	16	13	81.25%
III 类 (海拔高度 ≥ 900 m)	3	3	100%

分析图 2 给出的三类日变化曲线可以得出, I 类日变化(海拔高度 ≤ 400 m)的具体表现为早晨维持在较高水平, 早上 07 时达到最高, 随后持续下降, 在下午 14~15 时降至最低后再次回升, 晚上 23 时之后又回到较高水平; II 类日变化(海拔高度在 400~900 m)呈现双峰形态, 一天中有两个避暑旅游舒适度较高的时段, 分别是早上 08~09 时和晚上 20 时前后; III 类日变化(海拔高度 ≥ 900 m)呈现出两段式形态, 00~06 时避暑旅游舒适度处于较低水平, 06~09 时避暑旅游舒适度快速升高, 09~18 时舒适度均维持在较高水平, 18 时之后再逐渐下滑。

为了科学地判定适宜开展避暑旅游的时段和区域, 首先计算了 52 个站点逐时避暑旅游舒适度(B)的

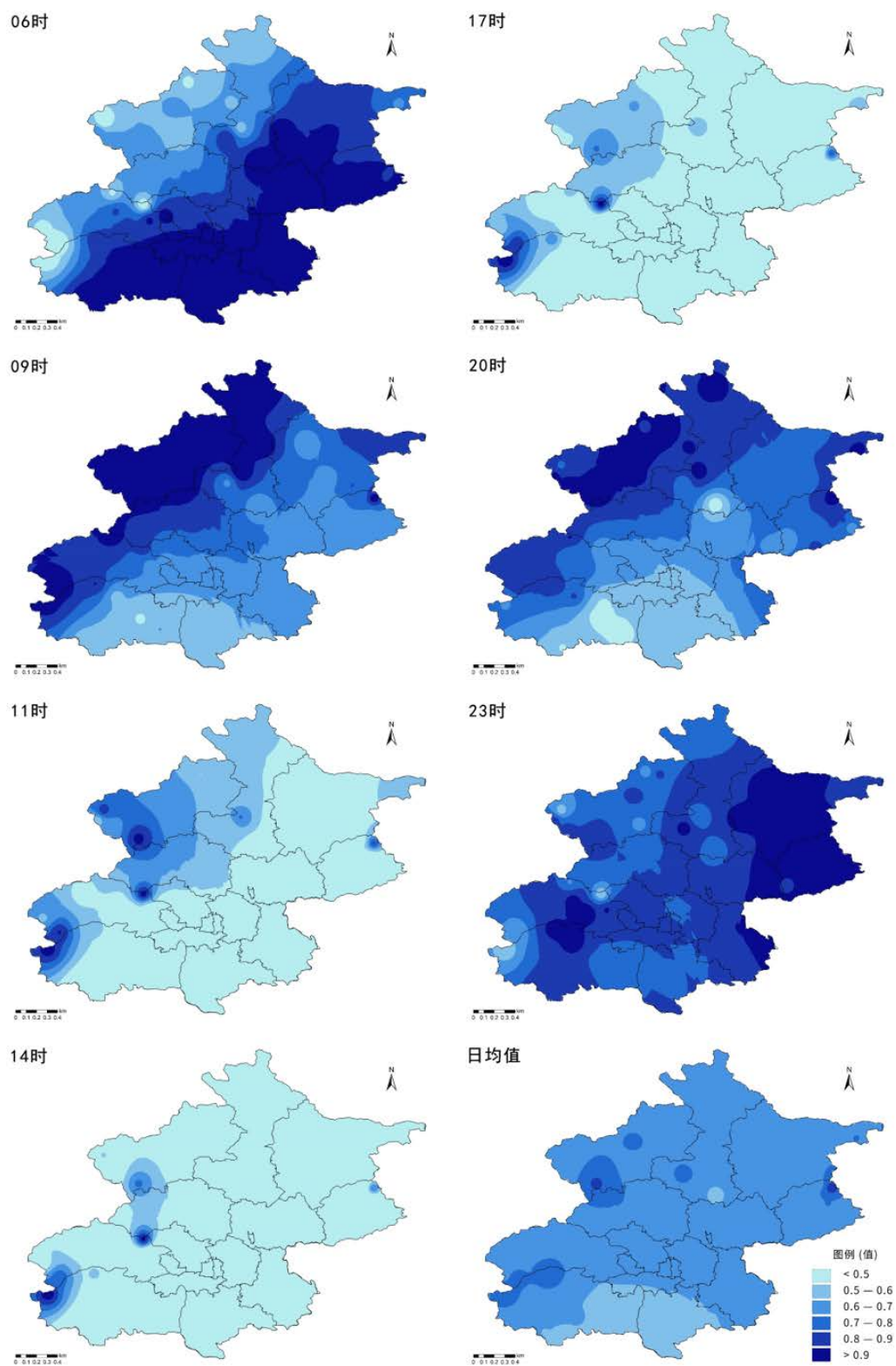


Figure 3. The spatial distribution of the cool summer travel comfortability at 7 forecast times and 24-hour average in Beijing

图 3. 北京地区 7 个时次(06、09、11、14、17、20、23 时)及 24 小时平均的避暑旅游舒适度(B)空间分布情况

四分位数,得出所有时刻 B 值的第一四分位数(Q1)为 0.42,第二四分位数(Q2)为 0.71,第三四分位数(Q3)为 0.90,由此确定 $B \geq 0.7$ 人体感觉舒适, $B \geq 0.9$ 人体感觉非常舒适,并在后续研究中分别作为适宜(或非常适宜)开展避暑旅游时段(或区域范围)的标准。

结合以上标准,可以发现代表不同海拔高度区域的三类日变化站点适宜开展避暑旅游的时段各不相同。I类日变化(海拔高度 ≤ 400 m)站点适宜开展避暑旅游的时段为 20 时至次日早晨 09 时,其中最适宜时段在 05~08 时;II类日变化(海拔高度在 400~900 m)站点适宜开展避暑旅游的时段为 07~11 时和 18 时至次日凌晨 01 时,其中最适宜时段有两段,维持时间短暂,分别出现在 08~09 时和 20 时前后;III类日变化(海拔高度 ≥ 900 m)适宜开展避暑旅游的时段为 07~20 时,其中最适宜时段为 09~18 时,维持时间是最长的。

综合以上分析,并考虑到公众旅游观光的时间主要在白天到傍晚(08~20 时),可以得出海拔高度在 400 m 以上的区域存在适宜开展避暑旅游的时段,特别是海拔高度在 900 m 以上的区域可能具有更长的适游时段。另外,三类日变化所对应的最适宜开展避暑旅游的时段互不重合,说明一个区域的海拔高度对该区域最适宜开展避暑旅游的时段有一定判定作用。

3.2. 海拔高度对不同时刻避暑旅游舒适区域分布的影响

利用 52 个站点逐时的 B 值计算结果,分析了 7 个预报时次以及 24 小时平均的 B 值空间分布情况,如图 3 所示。

从图 3 中可以看出,一天中不同时次下避暑旅游达到舒适以上程度的区域分布情况存在一定差异,即适宜开展避暑旅游的区域分布有所不同。06 时适宜开展避暑旅游的区域主要为密云、平谷两区以及门头沟、房山区的中东部地区,其中最适宜的区域为平谷区和房山区;09 时和 20 时适宜开展避暑旅游的区域分布较为相似,主要为延庆、怀柔两区,房山和门头沟区的西部,以及密云、平谷的东部边缘地区,其中最适宜的区域为延庆和怀柔北部;11 时、14 时、17 时适宜开展避暑旅游的区域面积明显变小,最适宜的则只有局部点位,且适宜避暑旅游的区域分布情况较为相似,均集中在延庆、门头沟、房山区的西部以及平谷区的东北角,最适宜开展避暑旅游的点位分别为延庆区的八达岭站(11 时),房山的蒲洼站(11、14、17 时),门头沟妙峰山站(11、14、17 时)和百花山站(11 时);23 时适宜开展避暑旅游的区域面积最广,几乎覆盖了全市 6 个主要山区的绝大部分地区,最适宜的区域主要为密云区、平谷区和门头沟与房山区的中部交界区域。

综合以上分析,并考虑到公众旅游观光的时间主要在白天到傍晚(08~20 时),可以得出适宜开展避暑旅游的区域主要位于延庆、房山、门头沟的西部,以及平谷、密云区的东部,该区域范围的站点海拔高度大多在 500 m 以上;最适宜开展避暑旅游的 4 个站点中延庆区八达岭站的海拔高度最低,为 632 m,房山蒲洼站最高,为 1136 m,说明海拔高度越高,避暑旅游舒适度程度越高,越适宜开展避暑旅游。

4. 结论与讨论

本文研究中选用 2010~2019 年北京郊区内的 52 个自动气象观测站的逐小时数据分析了避暑旅游舒适度的日变化情况,初步探究了海拔高度对北京郊区适宜开展避暑旅游的时段及区域分布的影响,得出如下结论:

- 1) 结合公众出游时段分析得出北京郊区内适宜开展避暑旅游的区域应主要分布在海拔高于 400 m 的山区(即II类、III类日变化站点所在区域),特别是海拔高于 900 m 的区域适宜开展避暑旅游的时段为 09~18 时,与公众常规的出游时段吻合度更高,覆盖时段更长,而且对应的舒适度等级也更高;
- 2) 从七个不同时次下避暑旅游舒适度的空间分布图得出北京郊区中适宜开展避暑旅游的区域主要

在延庆、房山、门头沟区西部,以及平谷、密云区的东部,区域内研究所用站点的海拔高度大多在 500 m 以上;7 个时次均处于避暑旅游舒适区域内的站点海拔高度均高于 600 m,说明海拔高度高的区域,更适宜开展避暑旅游。

另外,通过本文分析得出的北京郊区范围内 4 个最适宜开展避暑旅游的具体站点,还能进一步找到它们分别对应的景区,即延庆八达岭景区、门头沟妙峰山景区和百花山景区、房山蒲洼自然保护区以及平谷天云山景区,以上景区可列为京郊避暑旅游的最佳目的地,为公众旅游提供参考依据。

不过,避暑旅游舒适度的变化规律不可能是一成不变的,特别是日变化时间尺度的精细分析,还需根据当天每一时刻的实际天气状况来确定,本文的研究仅是抛砖引玉,有待深挖及拓展的研究内容还有许多,如建立指数模型,对接预报数据实现指数预报,对接自动站观测数据实现实时更新,以及其他相关成果的应用转化等。相信随着日后研究的不断推进,一定可以实现旅游气象服务的业务化运行,为公众享受美好生活、舒适出游提供精细化且有针对性的气象服务。

致 谢

感谢北京市气象服务中心高级工程师姜江为本文研究工作提供数据支持。

基金项目

本文研究工作由 2020 年北京市气象局青年基金类科技项目(BMBKJ202003011)资助。

参考文献

- [1] 马蕾. 互联网时代旅游气象服务建设探讨[J]. 农业灾害研究, 2021, 11(3): 26-27.
- [2] 杨帆. 互联网+时代旅游气象服务建设探讨[J]. 农村实用技术, 2020(9): 171-172.
- [3] 宋静, 姜有山, 张银意, 等. 连云港旅游气象指数研究及其预报[J]. 气象科学, 2001, 21(4): 480-485.
- [4] 吴章文. 旅游气象学[M]. 北京: 气象出版社, 2002.
- [5] 王远飞, 沈愈. 上海市夏季温湿效应与人体舒适度[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 1998(3): 60-66.
- [6] 杨成芳. 山东省人体舒适度的 REOF 分析[J]. 气象科学, 2006, 26(1): 103-109.
- [7] 马丽君, 孙根年, 李馥丽, 等. 陕西省旅游气候舒适度评价[J]. 资源科学, 2007, 29(6): 40-44.
- [8] 王华芳. 山西省旅游气候舒适度分析与评价研究[D]: [硕士学位论文]. 太原: 山西大学, 2007.
- [9] 罗生洲. 青海省旅游气候指数分析及适宜旅游季节初步划分[J]. 青海科技, 2011, 18(3): 61-64.
- [10] 刘少军, 张京红, 吴胜安, 等. 气候变化对海南岛旅游气候舒适度及客流量可能影响的分析[J]. 热带气象学报, 2014, 30(5): 977-982.
- [11] 刘峰贵, 李春花, 陈蓉, 等. 避暑型旅游城市的“凉爽”气候条件对比分析——以西宁市为例[J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 2015, 31(1): 56-61.
- [12] 罗艳, 杨彬, 樊凡, 等. 避暑旅游目的地评价指标构建探索——以安徽省为例[J]. 气象科技进展, 2021, 11(5): 187-189.
- [13] 宋丹, 杜正静, 慕建利, 等. 贵州省避暑旅游气象适宜性分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2021, 15(2): 112-118.
- [14] 吴普, 周志斌, 慕建利. 避暑旅游指数概念模型及评价指标体系构建[J]. 人文地理, 2014, 29(3): 128-134.
- [15] 孙银川, 王素艳, 李浩, 等. 宁夏六盘山区夏季避暑旅游气候舒适度分析[J]. 干旱气象, 2018, 36(6): 1035-1042.
- [16] 侯亚红, 息涛, 徐方妹, 等. 辽宁避暑旅游气候条件分析和气象指数研究[J]. 气象与环境科学, 2018, 41(4): 34-40.
- [17] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 第 2 版. 北京: 气象出版社, 2007: 271.