

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2016.04.018

城市湿地局地小气候调节效应研究

——以杭州西湖为例^①

张 伟¹, 朱玉碧², 陈 锋³

1. 西南大学 地理科学学院, 重庆 400715; 2. 西南大学 经济管理学院, 重庆 400715;
3. 浙江省气象科学研究所, 杭州 310017

摘要: 以杭州市西湖为例, 通过对西湖及其周边城区各季节不同气象要素的对比观测, 探讨城市湿地的局地小气候调节效应. 研究显示: ① 西湖具有明显的冷岛效应、湿岛效应和凤岛效应, 但其雨岛效应并不明显. 风速也是湿地小气候调节效应中的重要因素. ② 西湖的小气候调节效应具有明显的季节差异, 各季节的冷岛效应从高到低依次为夏季、冬季、秋季、春季; 湿岛效应从高到低依次为冬季、秋季、夏季、春季; 凤岛效应从高到低依次为冬季、夏季、秋季、春季. 冬季表现出很强的局地小气候调节效应. ③ 西湖的小气候调节效应具有明显的昼夜差异, 白昼的冷湿效应均弱于夜晚, 但凤岛效应要强于夜晚. 不同季节、不同气候背景下城市的热岛效应模式可能会对湿地小气候调节效应的昼夜差异产生较大的影响. ④ 降水现象会显著地影响湿地冷岛效应的强度和日变化规律, 表明湿地的小气候调节存在雨滞效应.

关 键 词: 城市湿地; 小气候调节; 季节; 昼夜; 西湖

中图分类号: X82 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-9868(2016)04-0116-08

近年来, 随着全球城市化进程的加速, 城市热岛效应也日益突出, 给城市乃至全球的生态环境带来了许多不利影响^[1], 包括城市人居环境质量的恶化^[2]、城市能耗的增加^[3]、全球气候变化^[4]等. 湿地号称“地球之肾”, 是地球三大生态系统之一, 在调节区域气候特征方面具有重要作用^[5]. 尽管湿地的小气候调节效应具有局地性, 但从全球尺度上看, 大面积分布的湿地, 对全球气候变化会产生比较显著的影响^[6-7]. 基于此, 许多学者开展了湿地的小气候调节功能研究, 试图为缓解热岛效应提供科学依据. 这些研究大致可以分为 3 类: 一是实地观测^[8-9]. 囿于条件限制, 研究者单独实施的实地观测往往只能在较短时间内实施, 很难开展长时间的稳定观测. 同时, 由于观测仪器、观测方法、数据处理等方面的差异, 导致许多研究案例间的数据缺乏可比性^[10]. 二是遥感反演^[3, 11]. 该方法的不足是时间连续性较差, 且可获取的气象参数有限. 三是数值模拟, 如 WRF 模式^[12]、MM5 模式^[13]、RAMS 模式^[14]等, 这些中尺度模式非常适合对分辨率为几公里到几十公里的区域系统进行气象要素的模拟, 但由于输入参数精度的限制, 这些模式对城市内部局地小气候特征的模拟结果尚不够准确.

上述研究从不同的角度探讨了湿地小气候调节效应的幅度、范围、影响因素等问题, 证实了湿地具有调节周边小气候的功能. 但是, 这些研究仍然存在许多需要进一步深化和完善的地方: 一是研究的广度. 当前研究重点关注的是城市湿地的冷岛效应和湿岛效应, 而对城市湿地的凤岛效应、雨岛效应等方面关注较

① 收稿日期: 2015-02-03
基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助(SWU115003); 国家自然科学基金项目(41101039).
作者简介: 张 伟(1982-), 男, 四川邻水人, 博士, 讲师, 主要从事土地利用与城市生态的研究.

少;二是研究的深度.在湿地小气候效应的影响机制方面,很少探讨季节、天气条件、昼夜等因素对湿地小气候调节效应的影响机制.针对这些不足,本研究利用杭州市西湖及其周边城区的自动气象观测数据,着重探讨以下问题:①除了常见的气温和湿度外,湿地具有的其它局地小气候调节功能.②季节变化、天气条件、昼夜更替等因素对湿地的小气候调节效应的影响.

1 研究区概况

杭州市位于亚热带季风区,夏季炎热湿润,冬季寒冷干燥.全年平均气温 $17.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,平均相对湿度 70.3% ,年降水量 $1\,454\text{ mm}$,年日照时数 $1\,765\text{ h}$.近 20 年来,杭州市的平均气温上升明显.2012 年,中国气象局国家气候中心的专家根据 1981 年到 2011 年共 31 年的气象观测资料,综合分析了我国主要城市的炎热指数、极端最高气温、高温日数、夏季平均最高气温和最低气温等要素,分析结果表明,杭州市的炎热程度排名全国第 3 位,仅次于重庆和福州.

西湖位于杭州市西部,其南、北、西三面环山,面积约 6.39 km^2 ,南北长约 3.2 km ,东西宽约 2.8 km ,平均水深约 2.27 m .在城市热岛效应不断增强的背景下,以西湖为例,深入研究杭州城市湿地的小气候调节功能,能够为杭州市缓解城市热岛效应、提升城市人居环境提供决策参考.

2 方法与数据

本文选择浙江省气象局布设于杭州市区范围内西湖湖心亭和杭州高级中学的自动气象观测站作为湿地小气候调节效应的对比观测站点(图 1),通过 2 个站点观测数据的比较与分析,探讨城市湿地的局地小气候调节效应.在杭州市的春季(2014 年 4 月)、夏季(2013 年 6 月、7 月)、秋季(2013 年 10 月)、冬季(2014 年 1 月)4 个季节中,分别选择晴天和雨天各 3 天的观测数据.所有观测点均为 24 h 观测,每小时记录一次观测数据.自动气象站的观测参数包括气温、相对湿度、降水量、风向、风速、大气压等.

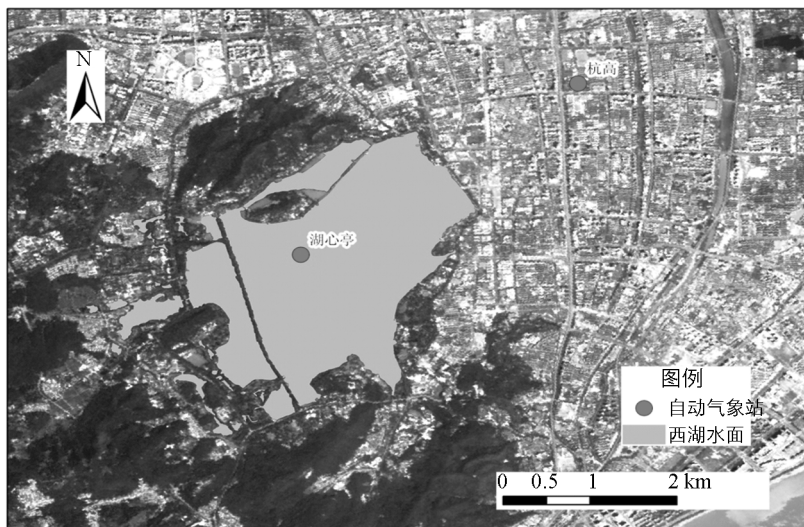


图 1 研究区 ALOS 遥感影像及自动气象站分布示意图

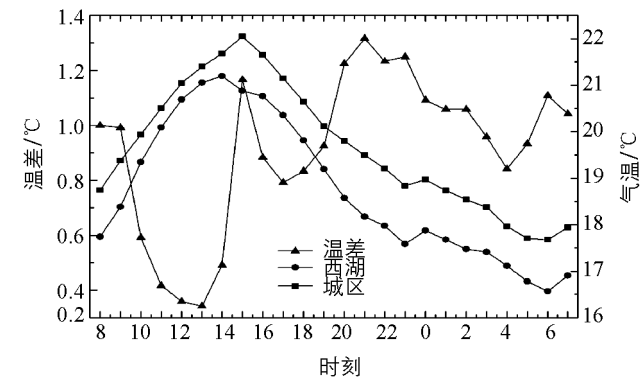
3 结 果

3.1 小气候效应

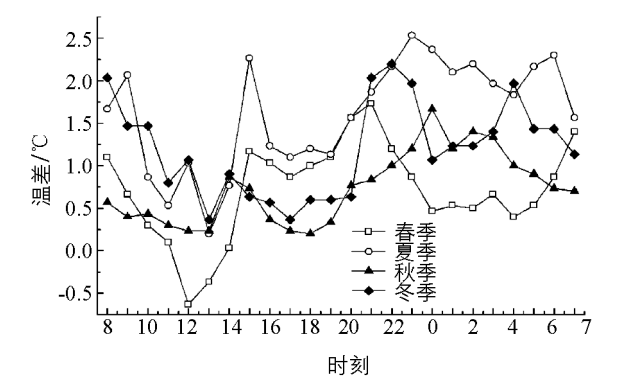
3.1.1 冷岛效应

比较西湖与周边城区的气温,可以发现西湖具有明显的冷岛效应.①总体趋势.从总体上看,西湖和周边城区的日气温变化曲线均呈单峰型(图 2).西湖的四季平均气温为 $18.73\text{ }^{\circ}\text{C}$,较周边城区低 $0.91\text{ }^{\circ}\text{C}$.西湖与周边城区的日最大温差(周边城区的气温减去西湖的气温)出现在 21 时,达 $1.32\text{ }^{\circ}\text{C}$,日最小温差出现在 13 时,为 $0.34\text{ }^{\circ}\text{C}$.气温与温差的日变化规律呈负相关关系,其 Pearson 相关系数为 -0.627 ($\text{sig.} =$

0.001), 在 0.01 的水平(双侧)上显著相关. ② 季节因素. 从图 3 可以清楚地看到不同季节中西湖冷岛效应的差异. 总体上看, 夏季是西湖冷岛效应最强的季节. 夏季西湖各时点的气温比周边城区平均低 1.61 ℃; 其次是冬季, 西湖各时点的气温比周边城区平均低 1.19 ℃; 春季的冷岛效应最弱, 西湖各时点的气温仅比周边城区平均低 0.71 ℃. ③ 昼夜变化. 西湖的冷岛效应具有明显的昼夜差异. 白昼(8 时至 18 时)随着气温的增高, 西湖的冷岛效应逐步减弱, 通常会在 12 时至 13 时达到最低值; 夜间(19 时至次日 7 时)西湖的冷岛效应较高, 与周边城区的最大温差达 2.53 ℃(夏季, 23 时). 同时, 从图 2 中可以看出, 夜间(19 时至次日 7 时)西湖的冷岛效应更加稳定, 波动性较小.



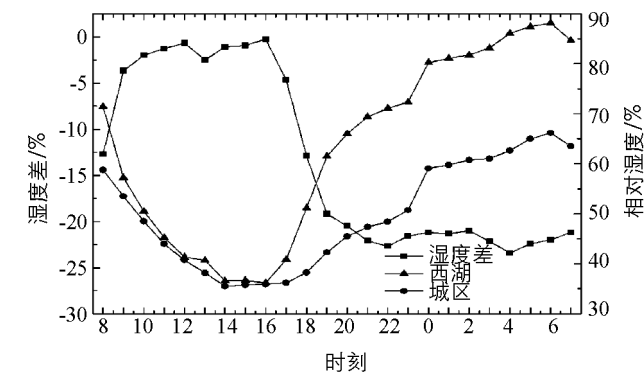
温差为周边城区的气温减去西湖的气温.
图 2 西湖和周边城区四季平均气温日变化的比较



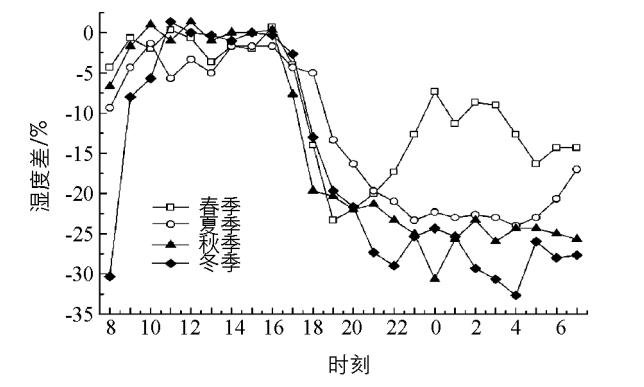
温差为周边城区的气温减去西湖的气温.
图 3 西湖与周边区域温差的季节差异

3.1.2 湿岛效应

比较西湖与周边城区的相对湿度, 可以发现西湖具有明显的湿岛效应. ① 总体趋势. 从总体上看, 西湖和周边城区的湿度变化曲线均呈 U 型(图 4), 西湖的平均湿度为 63.36%, 较周边城区高 13.47%. 西湖与周边城区的日最大湿度差(周边城区的湿度减去西湖的湿度)出现在 4 时, 达 23.42%; 日最小湿度差出现在 16 时, 为 0.25%. 相对湿度与湿度差的日变化规律呈明显的负相关关系, 其 Pearson 相关系数为 $-0.720 (sig. = 0.000)$, 在 0.01 的水平(双侧)上显著相关. ② 季节因素. 从图 5 可以清楚地看到不同季节中西湖湿岛效应的差异. 从总体上看, 冬季是西湖湿岛效应最强的季节. 冬季, 西湖各时点的相对湿度比周边城区平均要高 16.96%; 其次是秋季, 西湖各时点的相对湿度比周边城区平均要高 14.67%; 春季的湿岛效应最弱, 西湖各时点的相对湿度仅比周边城区平均高 9.22%. ③ 昼夜变化. 西湖的湿岛效应具有明显的昼夜差异. 在白昼(8 时至 18 时)随着气温的降低, 西湖的湿岛效应迅速减弱, 从 9 时至 16 时一直维持在较低的水平, 西湖与周边城区的平均湿度差仅为 1.54%; 而在夜间(19 时至 7 时)随着空气湿度的增加, 西湖的湿岛效应迅速增强, 并持续维持在较高水平, 19 时至次日 7 时的平均湿度差高达 21.59%.



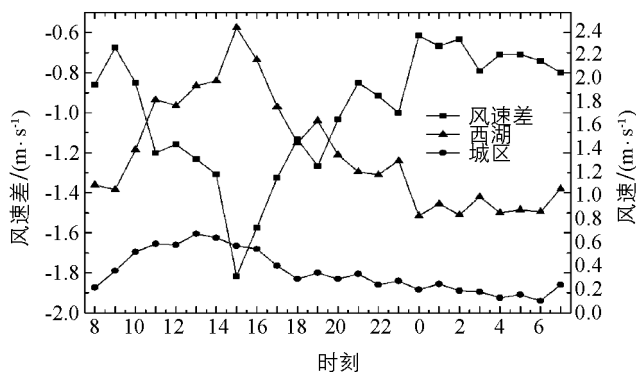
湿度差为周边城区的相对湿度减去西湖的相对湿度.
图 4 西湖和周边城区四季平均湿度日变化比较



湿度差为周边城区的相对湿度减去西湖的相对湿度.
图 5 各季节西湖与周边湿度差的日变化规律

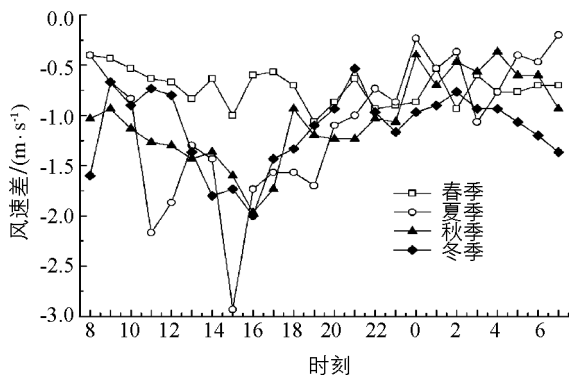
3.1.3 风岛效应

比较西湖与周边城区的风速,可以发现西湖具有明显的风岛效应. ① 总体趋势. 从总体上看,西湖和周边城区的风速变化曲线大致呈抛物线型(图 6). 西湖的平均风速为 1.23 m/s,比周边城区高 0.99 m/s. 西湖与周边城区的日最大风速差(风速差为周边城区的风速减去西湖的风速)出现在 15 时,达 1.82 m/s;日最小风速差出现在 0 时,为 0.62 m/s. 风速与风速差的日变化规律呈明显的负相关关系,其 Pearson 相关系数高达 -0.967 ($sig. = 0.000$),在 0.01 的水平(双侧)上显著相关. ② 季节因素. 从图 7 可以清楚地看到不同季节中西湖风岛效应的差异. 从总体上看,冬季是西湖风岛效应最强的季节. 在冬季,西湖各时点的风速比周边城区平均高 1.13 m/s;其次是夏季,西湖各时点的风速比周边城区平均高 1.08 m/s;春季的风岛效应最弱,西湖各时点的风速仅比周边城区平均高 0.72 m/s. ③ 昼夜变化. 西湖的风岛效应具有明显的昼夜差异. 在白昼(8 时至 18 时),随着风速的增加,西湖的风岛效应迅速增加,其平均风速差达 1.19 m/s;而在夜间(19 时至凌晨 7 时),随着风速的降低,西湖的风岛效应只能维持在较低水平,其平均风速差为 0.83 m/s.



风速差为周边城区的风速减去西湖的风速.

图 6 西湖和周边城区四季平均风速日变化比较



风速差为周边城区的风速减去西湖的风速.

图 7 各季节西湖与周边区域风速差的日变化规律

3.1.4 雨岛效应

经计算,西湖逐小时的平均降水量为 1.61 mm,周边城区逐小时的平均降水量则为 1.67 mm,二者仅相差 0.06 mm,且并没有表现出明显的日变化和季节变化规律. 因此,西湖并未表现出明显的雨岛效应.

3.2 雨滞效应

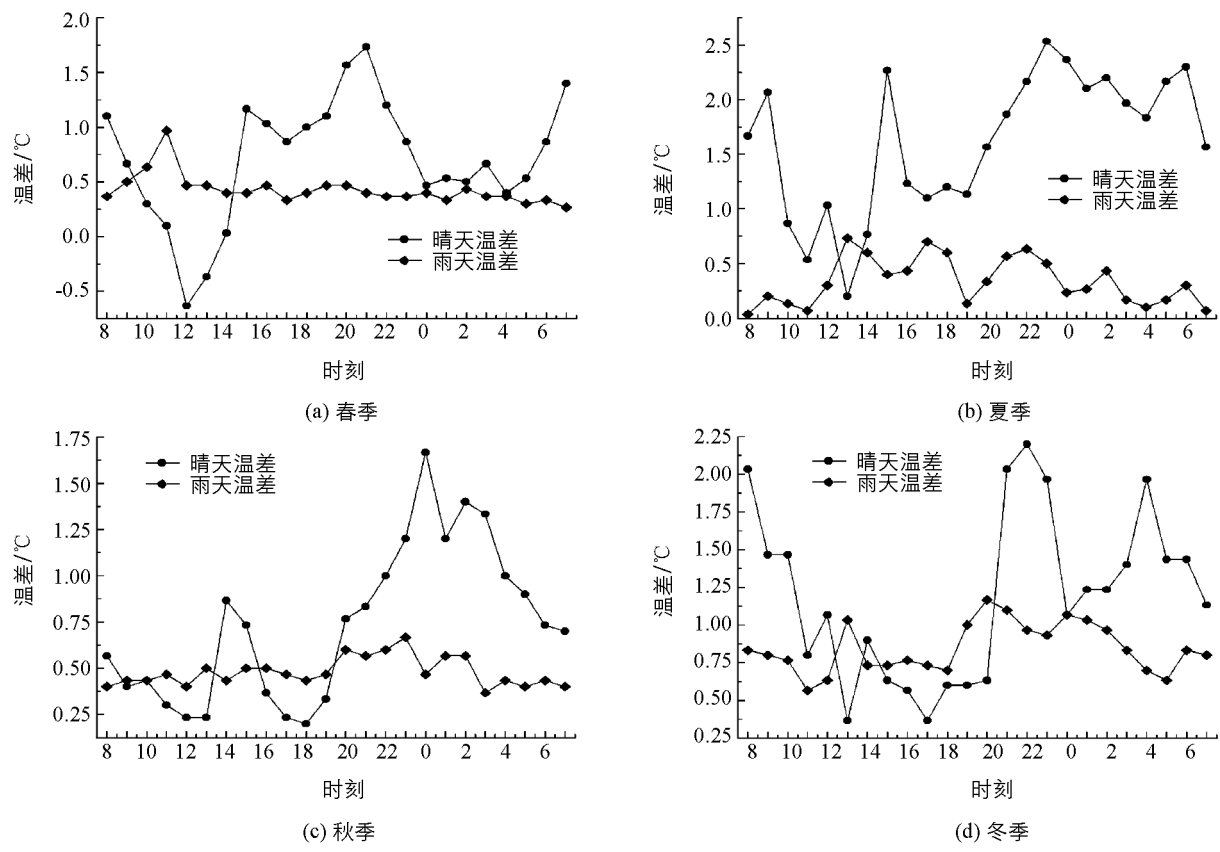
本研究发现,降水对湿地的小气候调节效应产生了巨大影响. 从图 8 中可以看出,降水现象可以显著地影响湿地的气候调节效应. ① 冷岛效应. 在春夏秋冬 4 个季节中,晴天天气下西湖的气温比周边城区平均低 0.71°C , 1.61°C , 0.73°C 和 1.19°C ;而在降雨天气下,西湖的气温比周边城区平均低 0.43°C , 0.34°C , 0.48°C 和 0.85°C ,分别下降了 66.56%, 37.78%, 53.33% 和 40.66%. ② 日变化趋势. 在各个季节中,西湖晴天和雨天的冷岛效应曲线变化趋势基本没有相关性. 因此,无论是在幅度上,还是在日变化规律上,降水现象都会显著地影响西湖的小气候调节效应. 本研究把这一现象称之为湿地小气候调节的雨滞效应.

4 讨 论

4.1 小气候调节效应比较

综上所述,西湖具有明显的冷岛效应、湿岛效应和风岛效应,这与其他相关研究的结论基本一致^[15-18]. 从调节能力上看,西湖的冷岛效应强于以色列特拉维夫市 BEGIN 公园中一个 4 hm^2 的池塘 (0.4°C)^[8],高于北京市面积为 2 km^2 的水体的冷岛效应 (0.6°C) 和风岛效应 ($0.1\sim 0.2\text{ m/s}$)^[19]. 表明

湿地面积很可能是影响小气候调节效应的重要因素^[19].



温差为周边城区的气温减去西湖的气温。
图 8 各季节西湖晴雨天的冷岛效应比较

已有研究重点关注的是湿地的冷岛效应和湿岛效应,对城市湿地的风岛效应关注较少. 本研究发现,西湖的风速是周边城区的 5.19 倍,风岛效应异常明显,也远高于其他研究结果^[19]. 风速场的改变主要受水陆粗糙度差异的动力作用及水陆热力差异的热力作用影响. 与周边城区相比,水域的地面粗糙度较小,气温较低,这些都是湿地具有风岛效应的重要原因. 同时,湿地风速场的改变往往也会影响局地温度场和湿度场,从而进一步增强湿地的冷岛效应和湿岛效应. 因此,在后续研究中,应该加强对湿地风岛效应的研究,并探讨湿地冷岛、湿岛和风岛效应的相互作用机理.

4.2 季节变化的影响

由于长时间序列的实地观测需要耗费较多的人财物力,同时,许多湿地小气候调节效应研究的主要目的在于探索城市热岛缓解策略,因此,目前大部分研究多在单一时段开展^[8],关于湿地小气候调节效应的季节变化规律的研究较少. ① 冷岛效应. 从本研究结果可知,西湖的冷岛效应具有比较明显的季节变化规律,各季节的平均冷岛效应从高到低依次为夏季(1.61 °C)、冬季(1.19 °C)、秋季(0.73 °C)、春季(0.71 °C);而杭州市各季节的平均气温从高到低次序为夏季(31.38 °C)、秋季(21.42 °C)、春季(15.93 °C)、冬季(6.21 °C). 比较可以发现这二者的排序情况并不完全一致,表明湿地的冷岛效应并不只是受到局地气温的影响. ② 湿岛效应. 西湖各季节的湿岛效应从高到低依次为冬季(16.96%)、秋季(14.67%)、夏季(13.03%)、春季(9.22%),这与杭州市各季节平均相对湿度的顺序不一致(秋季、春季、夏季、冬季),表明湿地的湿岛效应也并不仅仅受局地湿度的影响. ③ 风岛效应. 西湖各季节的风岛效应从高到低依次为冬季(1.13 m/s)、夏季(1.08 m/s)、秋季(1.05 m/s)、春季(0.72 m/s). 这与 4 个季节西湖平均风速的排序结果一致,表明湿地的风岛效应主要受局地风速场的影响. 本研究中,西湖风

速与风岛效应的相关系数高达 0.97, 再次印证了这一观点。

有研究认为局地气温越高, 湿地的冷岛效应越明显^[9]。但是, 西湖小气候调节效应的季节变化规律表明, 湿地的冷岛效应和湿岛效应与局地温湿环境并非为简单的线性关系。另外, 以往均认为冬季湿地的小气候调节效应较弱^[19], 但是, 从本研究的结果上看, 冬季的湿岛效应和风岛效应均是各个季节中最大的。因此, 在今后的研究中, 应加强城市湿地冬季小气候调节效应的研究。

4.3 昼夜更替的影响

1) 冷湿效应。从上文的分析可知, 西湖在夜晚的冷湿效应更强。以往的大多数研究均认为^[16, 19-20], 夜间, 由于水体的热容量和热惯性很高, 水体能够保持更高的温度, 使夜间的水体具有增温效应。另外, 有研究表明^[21], 以植被、水体为主体的城市公园在夜间仍然会出现冷湿效应。但是, 夜晚和白昼的冷湿效应到底孰强孰弱, 可能与不同季节、不同区域城市的热岛效应模式有关^[21]。如对汉城城市热岛强度的统计分析表明^[22], 每日的最大热岛强度出现在午夜时分。因此, 当水面以蒸发冷却为主, 且夜间城市热岛效应显著时, 相对于城市建成区, 水面仍然可能提供较强的冷湿效应。

2) 风岛效应。从上文的分析可知, 西湖白天的风岛效应更强。这主要是因为与城区相比, 湿地区域白天水陆的热量差异较大, 水平对流较多, 区域内风速较大。风速的增强意味着湍流的增强, 而湍流似乎在冷却过程占主导地位^[8]。同时, 风与蒸发过程, 以及空气和底层水之间的显热运输过程密切相关, 这些过程与局地温湿场的变化紧密相关。因此, 风速是湿地小气候调节效应的重要影响因素。

4.4 雨滞效应

本研究发现, 无论是在强度上, 还是在日变化规律上, 降水现象都会显著地影响西湖的小气候调节效应, 即湿地小气候调节的雨滞效应。已有研究绝大多数是探讨湿地对于周边小气候的影响, 很少分析天气状况对于湿地小气候调节效应的影响。事实上, 湿地与局地小气候是一个相互影响、相互作用的关系。深入分析天气状况(温度、湿度、降水、大气压等)对湿地小气候调节效应的影响机制, 有助于我们更加深入地理解湿地与周边小气候之间的内部作用机制, 进而提出更有针对性的应对措施。

5 结 论

1) 小气候调节效应。对西湖及其周边城区的气象对比观测发现, 西湖具有明显的冷岛效应、湿岛效应和风岛效应, 但其雨岛效应不明显。风速也是湿地小气候调节效应中的重要因素, 在后续研究中, 应该加强对湿地风岛效应的研究, 并探讨湿地冷岛、湿岛和风岛效应的相互作用机理。

2) 季节变化规律。对西湖及其周边城区各季节的气象对比观测发现, 西湖的小气候调节效应具有明显的季节差异。西湖各季节的冷岛效应从高到低依次为夏季、冬季、秋季、春季; 湿岛效应从高到低依次为冬季、秋季、夏季、春季; 风岛效应从高到低依次为冬季、夏季、秋季、春季。湿地的各项小气候调节效应与局地温湿风环境并不完全一致, 表明它们之间并非简单的线性关系。另外, 在以往的研究中关注较少的冬季表现出了很强的局地小气候调节效应, 今后需要加强城市湿地冬季小气候调节效应的研究。

3) 昼夜变化规律。对西湖及其周边城区气象参数的昼夜对比观测发现, 西湖的小气候调节效应具有明显的昼夜差异。西湖白昼(8 时至 18 时)的冷岛效应和湿岛效应均要弱于夜晚(19 时至凌晨 7 时), 但风岛效应要强于夜晚。不同季节、不同气候背景下城市的热岛效应模式可能会对湿地小气候调节效应的昼夜差异产生较大的影响。

4) 雨滞效应。对西湖及其周边城区晴雨天的气象对比观测发现, 降水会对西湖的小气候调节效应产生巨大影响, 即湿地小气候调节的雨滞效应。

参考文献:

- [1] TAN Jian-guo, ZHENG You-fei, TANG Xu, et al. The Urban Heat Island and Its Impact on Heat Waves and Human Health in Shanghai [J]. *International Journal of Biometeorology*, 2010, 54(1): 75—84.
- [2] KOVATS R S, HAJAT S. Heat Stress and Public Health: A Critical Review [J]. *Annu Rev Public Health*, 2008, 29: 41—55.
- [3] CAO Xin, ONISHI A, CHEN Jin, et al. Quantifying the Cool Island Intensity of Urban Parks Using ASTER and IKONOS Data [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2010, 96(4): 224—231.
- [4] REN Guo-yu, ZHOU Ya-qing, CHU Zi-ying, et al. Urbanization Effects on Observed Surface Air Temperature Trends in North China [J]. *Journal of Climate*, 2008, 21(6): 1333—1348.
- [5] 杨一鹏, 曹广真, 侯 鹏, 等. 城市湿地气候调节功能遥感监测评估 [J]. *地理研究*, 2013, 32(1): 73—80.
- [6] ZEDLER J B. Progress in Wetland Restoration Ecology [J]. *Trends in Ecology & Evolution*, 2000, 15(10): 402—407.
- [7] KNOX J C. Agricultural Influence on Landscape Sensitivity in the Upper Mississippi River Valley [J]. *Catena*, 2001, 42(2—4): 193—224.
- [8] SAARONI H, ZIV B. The Impact of a Small Lake on Heat Stress in a Mediterranean Urban Park: the Case of Tel Aviv, Israel [J]. *International Journal of Biometeorology*, 2003, 47(3): 156—165.
- [9] KIM Y H, RYOO S B, BAIK J J, et al. Does the Restoration of an Inner-City Stream in Seoul Affect Local Thermal Environment? [J]. *Theoretical and Applied Climatology*, 2008, 92(3—4): 239—248.
- [10] STEWART I D. A Systematic Review and Scientific Critique of Methodology in Modern Urban Heat Island Literature [J]. *International Journal of Climatology*, 2011, 31(2): 200—217.
- [11] SUN Ran-hao, CHEN Ai-lian, CHEN Li-ding, et al. Cooling Effects of Wetlands in an Urban Region: The Case of Beijing [J]. *Ecological Indicators*, 2012, 20: 57—64.
- [12] KUSAKA H, CHEN F, TEWARI M, et al. Numerical Simulation of Urban Heat Island Effect by the WRF Model with 4-km Grid Increment: an Inter-Comparison Study Between the Urban Canopy Model and Slab Model [J]. *Journal of Meteorological Society of Japan B*, 2012, 90: 33—45.
- [13] TRUSILOVA K, JUNG M, CHURKINA G, et al. Urbanization Impacts on the Climate in Europe: Numerical Experiments by the PSU-NCAR Mesoscale Model (MM5) [J]. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 2008, 47(5): 1442—1455.
- [14] ZHANG Hong-bin, SATO N, IZUMI T et al. Modified RAMS-Urban Canopy Model for Heat Island Simulation in Chongqing, China [J]. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 2008, 47(2): 509—524.
- [15] 杨 凯, 唐 敏, 刘 源, 等. 上海中心城区河流及水体周边小气候效应分析 [J]. *华东师范大学学报(自然科学版)*, 2004(3): 105—114.
- [16] 傅抱璞. 我国不同自然条件下的水域气候效应 [J]. *地理学报*, 1997, 52(3): 246—253.
- [17] KIM K R, KWON T H, KIM Y H, et al. Restoration of an Inner-City Stream and Its Impact on Air Temperature and Humidity Based on Long-Term Monitoring Data [J]. *Advances in Atmospheric Sciences*, 2009, 26(2): 283—292.
- [18] 王红娟, 黄华芳, 王 健, 等. 石家庄市滨河湿地公园秋季增湿效应 [J]. *生态学报*, 2014, 34(17): 5077—5086.
- [19] 李书严, 轩春怡, 李 伟, 等. 城市中水体的微气候效应研究 [J]. *大气科学*, 2008, 32(3): 552—560.
- [20] COUTTS A M, TAPPER N J, BERINGER J, et al. Watering Our Cities: The Capacity for Water Sensitive Urban Design to Support Urban Cooling and Improve Human Thermal Comfort in the Australian Context [J]. *Progress in Physical Geography*, 2013, 37(1): 2—28.
- [21] CHANG C R, LI M H, CHANG S D. A Preliminary Study on the Local Cool-Island Intensity of Taipei City Parks [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2007, 80(4): 386—395.
- [22] LEE S H, BAIK J J. Statistical and Dynamical Characteristics of the Urban Heat Island Intensity in Seoul [J]. *Theoretical and Applied Climatology*, 2010, 100(1/2): 227—237.

The Regulatory Effects of Local Microclimate in Urban Wetland

——A Case Study of West Lake in Hangzhou, China

ZHANG Wei¹, ZHU Yu-bi², CHEN Feng³

1. School of Geographical Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. School of Economics and Management, Southwest University, Chongqing 400715, China;

3. Zhejiang Institute of Meteorological Sciences, Hangzhou 310017, China

Abstract: Urban wetland has an important function in local microclimate regulation, and plays an important role in many aspects like the mitigation of urban heat islands and the improvement of urban living environment. In a study reported in this paper, we chose the West Lake in Hangzhou as the study area, and discussed the local microclimate regulatory functions of urban wetlands through field observation of several meteorological elements between the West Lake and its adjacent districts in Hangzhou, China. The results showed that compared with the surrounding built-up districts, the West Lake had a remarkable cold island effect, humid island effect and wind island effect, while the rain island effect was not obvious. The changes of wind field in urban wetland areas tended to affect the local temperature and humidity fields, thus enhancing the cold island effect and humid island effect of the urban wetland. The West Lake had an obvious seasonal difference in its microclimate regulatory functions. The order of cold island effect in the four seasons was summer > winter > autumn > spring; the order of humid island effect was winter > autumn > summer > spring; and the order of wind island effect was winter > summer > autumn > spring. The microclimate regulatory effect of urban wetlands was intense in winter. The West Lake showed an obvious circadian rhythm for its microclimate regulatory function. The cold island effect and humid island effect were weaker during the day than at night; while the wind island effect during the day was stronger than at night. The differences among urban heat island modes caused by different seasons and climate backgrounds may have a great impact on the circadian rhythms of urban wetland's microclimate regulatory function. The precipitation phenomenon significantly affected the intensity and diurnal variations of urban wetland's microclimate regulatory effects. The urban wetland's local microclimate regulatory effects were almost absent in rainy days for all seasons, which indicated the existence of a "rain lag" effect in urban wetland's microclimate regulatory function.

Key words: urban wetland; microclimate regulation; season; circadian; the West Lake (Lake Xihu)

责任编辑 胡 杨

