

文章编号: 1000-5862(2017)03-00326-05

庐山世界地质公园旅游碳排放特征与原因分析

尧波^{1,2} 胡丹³ 郑丽雯² 戴晓凤¹ 胡启武^{2*}

(1. 江西师范大学科学技术学院 江西 南昌 330027; 2. 江西师范大学地理与环境学院 江西 南昌 330022;

3. 洪都中学地理研究室 江西 南昌 330024)

摘要: 基于景区尺度,利用文献资料测算了2005年、2010年庐山世界地质公园的旅游碳排放量,并对其变化特征与原因进行了分析。结果表明:2005—2010年,庐山世界地质公园旅游碳排放量显著上升,而旅游碳排放强度表现出一定的下降趋势;不同类别的旅游碳排放量具有较大差异,以2010年为例,不同类别的旅游碳排放量从大到小依次为旅游交通碳排放、旅游住宿碳排放、食物消耗碳排放、旅游活动碳排放和本地居民生活能源消费碳排放;旅游业总收入和旅游接待人数增长是研究区旅游碳排放显著上升的根本原因,旅游交通运输方式、旅游住宿、旅游者的食物消费以及旅游行为目的对旅游碳排放亦具有明显影响。

关键词: 碳排放; 旅游业; 低碳旅游; 景区; 庐山世界地质公园

中图分类号: X 24 **文献标志码:** A **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2017.03.21

0 引言

联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)第5次评估报告再次确认世界各地都在发生气候变化,而气候系统变暖是毋庸置疑的,并且更为肯定地指出温室气体排放以及其他人为驱动因子已成为自20世纪中期以来气候变暖的主要原因^[1]。气候变化与旅游业关系密切,一方面,气候是旅游业的一个重要资源,旅游业在全球气候变化中极为敏感,扮演着全球气候变化“受害者”的角色^[2];另一方面,旅游业发展早期作为“无烟产业”的论断亦已被多数研究否定^[3-4],旅游业亦充当着全球气候变化“贡献者”的角色。旅游业碳排放是指旅游者往返于旅游目的地,在目的地停留以及在目的地所进行的旅游活动等直接和间接产生的CO₂排放^[5]。据联合国世界旅游组织和联合国环境规划署测算,2005年全球旅游发展所产生的CO₂排放量达到13亿t,占人类活动所有CO₂排放量的4.90%,旅游部门在人为因素引起的全球气候变化贡献率中相应占到5%~14%^[6]。中国已成为全球旅游经济的重要力量,中国旅游业所引发的碳排放亦是重要的碳源,钟永德等^[2]研究发现,2007年中国旅游业碳排放总量(1.70亿t)占有产业碳排放总量的2.71%。中国

旅游业仍处在稳步增长阶段,据预测,到2020年中国将成为世界最大的旅游目的地国家和世界第4大来源国^[7]。因此,在积极应对全球气候变化背景下,加强我国旅游碳排放研究对我国旅游地资源保护和旅游业可持续发展具有重要意义。当前,由于国民经济核算体系、旅游卫星账户数据等限制,我国旅游业碳排放的研究相对工业、能源消费碳排放研究较为薄弱,而已有的研究在研究对象的尺度上多侧重于全国^[8]、地区^[4]和省域^[9]等,在估算项目内容上则集中于旅游交通和能源消费等^[8,10-11],关于景区尺度上旅游碳排放的研究相对较少。

庐山位于江西省北部的鄱阳湖盆地,以雄、奇、险、秀闻名于世,素有“匡庐奇秀甲天下”之美誉。庐山别具一格的地质地貌景观、独特的地质构造特征,特别是第4纪冰川遗迹受到国内外地学界的高度关注,于2004年2月13日被联合国教科文组织批准为首批世界地质公园。气候变化亦给庐山世界地质公园的管理与发展带来了新的挑战,研究显示:庐山旅游区在1955年以来进入显著增温时期,特别是在1996年出现突变后气温持续增高,其气温升高趋势与20世纪80年代以来旅游业快速发展和城镇化进程存在较大联系^[12]。鉴于此,本研究基于文献资料测算了2005年与2010年庐山世界地质公园的旅游碳排放量,并对其变化特征与原因进行分析,以期为

收稿日期: 2016-12-15

基金项目: 国家自然科学基金(31460129, 31270522)和中国清洁发展机制基金资助项目。

通信作者: 胡启武(1979-)男,安徽池州人,教授,博士,主要从事湿地生物地球化学循环研究。E-mail: huqiwu1979@gmail.com

庐山世界地质公园低碳旅游规划与可持续发展提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

庐山世界地质公园是经联合国教科文组织批准的首批世界地质公园,位于中国长江中下游分界处的江西省北部,公园总面积为 500 km²,地理坐标为北纬 29°21′~29°45′、东经 115°50′~116°10′,海拔 25.0~1 473.8 m。属亚热带季风区域,山地小气候特征显著,年平均降水 1 833.5 mm,年平均雾日 190.6 d,年平均相对湿度 78%^[13]。庐山地质公园内发育有地垒式断块山及第 4 纪冰川遗迹,以及第 4 纪冰川地层剖面和早元古代星子岩群地层剖面,并且地质遗迹保存系统而完整、独特而多样。园区生物资源丰富,生态系统完整,森林覆盖率达 73.7%^[13]。庐山独特的自然与人文景观吸引着大量游客,庐山地质公园的建设也极大地推动了庐山旅游经济的发展,截至 2013 年,庐山旅游接待人数达到 1 003.05 万人次,其中入境旅游人数达到 15.43 万人次,园门实际购票人数 129.91 万,旅游总收入 100.45 亿元。

1.2 旅游碳排放估算

由于我国统计部门没有设置旅游业或服务业能源消费统计项目,并且没有建立有关温室气体排放的统计监测体系,学术界多采取“自下而上”的方法对景区尺度的旅游碳排放进行大致估算^[4]。景区旅游业碳排放途径多元,涉及旅游活动“食、住、行、游、购、娱”6 要素,每个要素都直接或间接消耗能源排放碳^[14]。为此,围绕旅游活动的食、住、行等方面,结合研究区实际情况,主要从食物消耗碳排放(C_{SW})、住宿碳排放(C_{ZS})、交通碳排放(C_{JT})、旅游活动碳排放(C_{HD})以及当地居民生活能源消费碳排放(C_{SH})等方面对庐山旅游碳排放进行估算。庐山旅游碳排放总量计算公式为

$$C = C_{SW} + C_{ZS} + C_{JT} + C_{HD} + C_{SH}$$

食物消耗碳排放计算公式为 $C_{SW} = (P_{居民} + P_{游客} \bar{D}/365) \sum_{i=1}^n N_{PC_i} K_{PC_i}$,其中 $P_{游客}$ 为全年游客数量, $P_{居民}$ 为全年庐山常住人口, N_{PC_i} 为第 i 种食物人均消费量, K_{PC_i} 为第 i 种食物相应的碳排放系数, \bar{D} 为游客年平均停留天数。人均食物消费量、食物碳排放系数、游客年平均停留天数参照九江市人均消费

量、食物消费碳排放系数、平均停留天数等^[5,15-16]。

旅游住宿碳排放计算公式为 $C_{ZS} = \sum_j 365 N_j \cdot R_j K_j$,其中 j 为游客住宿类型, N_j 为 j 类型床位数, R_j 为 j 类型客房平均出租率, K_j 为 j 类型碳排放系数。各类型床位数、住宿碳排放系数参见文献^[5,16-17],客房平均出租率则依据床位数和游客平均停留时间进行推算。

旅游交通碳排放计算公式为 $C_{JT} = \sum_m 2 P_m L_m \cdot K_m \varepsilon_m$,其中 m 为交通运输类型, P_m 为乘坐 m 交通类型的游客数, L_m 为游客乘坐 m 交通方式的旅行距离, K_m 为 m 交通类型碳排放系数, ε_m 为均衡因子。各交通类型游客数、旅行距离、交通碳排放系数与均衡因子参见文献^[5,16-17]。

旅游活动碳排放的计算公式为 $C_{HD} = \sum_n P_n K_n$,其中 n 为游客旅游活动类型, P_n 为第 n 类型的游客数, K_n 为相应旅游活动碳排放系数。各类型游客数、旅游活动碳排放系数等参见文献^[5,18]。

生活能源消费碳排放的计算公式为 $C_{SH} = \sum_t N_t K_t P_{居民}$,其中 t 为生活能源消费类型, N_t 为第 t 类型的人均消费量, K_t 为相应能源碳排放系数。当地居民生活能源消费量以江西省城镇居民的日常生活能源消费量为标准进行计算。能源碳排放系数、电力碳排放系数参见文献^[5,19]。

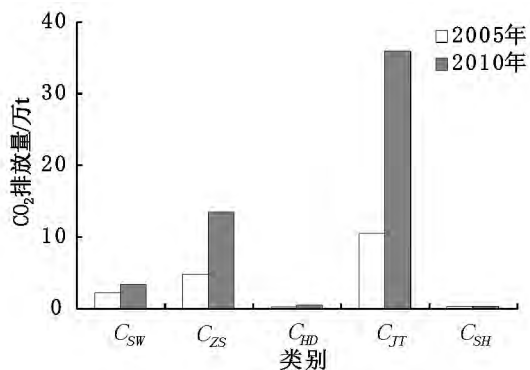
文中计算所需的庐山本地居民食物、能源消费数据来自《江西省统计年鉴》和《九江统计年鉴》,其他数据来自庐山管委会的调查。碳排放量均以 CO₂ 排放量计算,游客数量为旅游接待人数,旅游收入是指旅游总收入。

2 结果与分析

2.1 旅游碳排放量变化特征

经测算,研究区 2005 年和 2010 年全区旅游碳排放量分别为 17.68 万 t 和 53.33 万 t。随景区旅游人数和旅游规模提升,2005—2010 年,庐山世界地质公园旅游碳排放量显著上升,2010 年旅游碳排放量是 2005 年的 3 倍多。研究区旅游碳排放结构差异显著,不同类别的旅游碳排放量具有较大差异(见图 1)。以 2010 年为例,不同类别的旅游碳排放量从大到小依次为旅游交通碳排放(35.92 万 t)、旅游住宿碳排放(13.45 万 t)、食物消耗碳排放(3.34 万 t)、旅游活动碳排放(0.39 万 t)与本地居民生活能源消

费碳排放(0.23 万 t),分别占旅游碳排放总量的 67.34%、25.22%、6.27%、0.73% 和 0.43%。



注: C_{SW} 为食物消耗碳排放, C_{ZS} 为住宿碳排放, C_{JT} 为交通碳排放, C_{HD} 为旅游活动碳排放, C_{SH} 为当地居民生活能源消费碳排放。

图1 2005 年和 2010 年庐山地质公园各类别旅游碳排放量变化特征

从不同类别旅游碳排放量占总量比例的变化来看,除旅游交通碳排放表现为明显上升外,2005—2010 年其他类型旅游碳排放比例均表现出不同程度的下降,这说明研究区旅游业对交通的依赖性愈加强烈,重化了旅游交通能源碳排放的地位(见图2)。

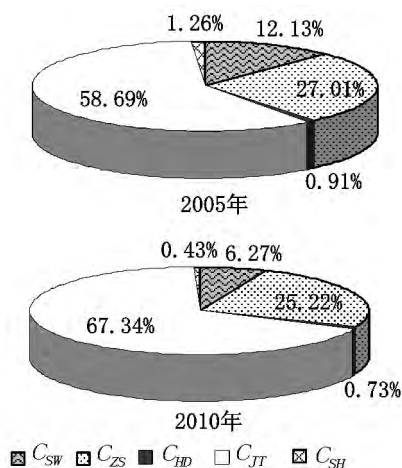
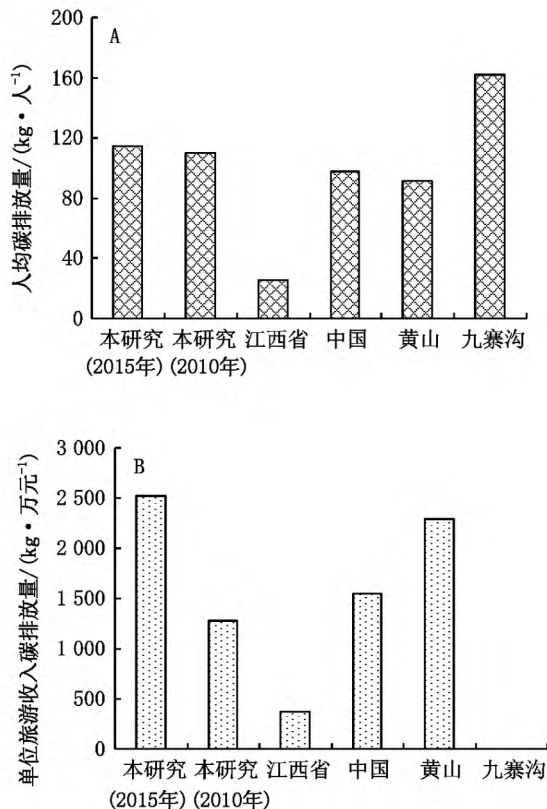


图2 2005 年和 2010 年庐山地质公园旅游碳排放结构变化特征

2.2 旅游碳排放强度变化特征

为更好地说明庐山世界地质公园旅游碳排放特征,引入人均旅游碳排放量(旅游碳排放总量/旅游接待人数)和单位旅游收入碳排放量(旅游碳排放总量/旅游总收入数)作为量化旅游碳排放强度的指标。计算得出,研究区2005 年人均碳排放量和单位旅游收入碳排放量分别为 114.77 kg/人和 2 525.01 kg/万元,2010 年人均碳排放量和单位旅游收入碳排放量分别为 110.31 kg/人和 1 277.77 kg/万元,庐山世界地质公园旅游碳排放强度在 2005—

2010 年表现出一定的下降趋势(见图3)。碳排放强度以人均和单位收入金额计算,因而具有较好的可比性。本研究与其他景区的对比分析发现,研究区旅游碳排放强度略高于黄山景区,明显低于九寨沟景区;而在地区的比较中,研究区旅游碳排放强度明显高于全省的平均水平,而与全国旅游碳排放强度的平均水平差距不大(见图3)。



注: 数据来源于文献[2 20-21]。

图3 庐山地质公园旅游碳排放强度与其他地区的比较

2.3 旅游碳排放变化的原因分析

旅游业碳源涉及旅游者“食、住、行、游、购、娱”等多方面,旅游业是人类能源消耗与碳排放的重要组成部分。王凯等^[22]分析发现,1991—2010 年中国旅游经济增长与 CO_2 排放量之间存在长期的一致性。赵先超等^[23]对湖南省的研究进一步发现,旅游业碳排放与旅游经济增长间的脱钩关系均以弱脱钩为主,即表现为旅游经济和碳排放均正向增长,但旅游经济增长速度要明显快于旅游业碳排放增长速度。与上述研究结果相一致,本研究中庐山世界地质公园在 2005 年和 2010 年的旅游碳排放量分别为 17.68 万 t 和 53.33 万 t,旅游总收入分别为 7.00 亿元和 41.74 亿元,旅游碳排放量与旅游经济增长亦显示出一致性,且旅游经济增长速度(年均增速

56.27%)明显快于旅游业碳排放增长速度(年均增速31.80%)。研究区2005—2010年表现出旅游碳排放显著上升,而碳排放强度表现出下降趋势,也证实了上述的分析。此外,景区旅游接待人数决定了旅游的人口规模,直接影响景区旅游碳排放的总量。数据显示,研究区2005年和2010年旅游接待人数分别为154.0万人次和483.5万人次,旅游接待人数年均增速(33.11%)与旅游业碳排放量年均增速(31.80%)基本一致。因此,可以认为旅游业经济规模(旅游业总收入)和旅游人口规模(旅游接待人数)增长是研究区旅游碳排放显著上升的根本原因。

能源消费与旅游碳排放关系密切,学术界已普遍认识到旅游业中能源消费及其引发碳排放的重要地位。本研究旅游碳排放强度要显著高于江西省平均水平^[21],推测主要是因为相对全省来说,景区的旅游业是景区经济发展的支柱产业,统计显示庐山区2010年第3产业占比高达45.60%,远高于江西省的第3次产业占比(32.20%)。实际调查中,发现庐山世界地质公园及其周边居民的收入来源几乎均与旅游活动相关,这使得景区对外界能源需求表现出高度依赖性。可以预计,随着未来旅游产业的不断扩张,由旅游业发展所导致的能源消耗与碳排放量将不断增长。旅游交通运输是旅游系统内部最主要的能源消耗与碳排放部门,也是旅游能源消耗与碳排放密度最高的部门^[17]。本研究旅游交通碳排放放在旅游碳排放总量中亦扮演着主体角色,在2005年和2010年其比例分别达到58.69%和67.34%,均超过了总量的50%。旅游住宿、旅游者的食物消费以及旅游行为目的亦对旅游碳排放具有明显影响。旅游住宿对碳排放的影响主要表现在酒店、旅馆等的碳排放上。通常认为,高档酒店由于其更大的耗电量与更稳定的供电水平等原因,其碳排放量要明显更高^[17]。旅游者食物消费的碳排放量与旅游人数密切相关,食物消费碳排放的增长则主要是由于旅游者人数增加促使食物消费量加大所导致。此外,旅游者对不同旅游目的地活动的选择亦将导致旅游碳排放量的差异。调查发现,旅游者在庐山地质公园的旅游行为目的主要是观光旅游和休闲度假,二者在2010年引起的碳排放量分别为0.12万t和0.24万t,分别占旅游活动碳排放量的30.54%和61.76%。

3 结论

1) 2005年和2010年庐山世界地质公园全区旅游碳排放量分别为17.68万t和53.33万t,随景区

旅游人数和旅游规模提升。2005—2010年全区旅游碳排放量显著上升。不同类别的旅游碳排放量具有较大差异,以2010年为例,不同类别的旅游碳排放量从大到小依次为旅游交通碳排放(35.92万t)、旅游住宿碳排放(13.45万t)、食物消耗碳排放(3.34万t)、旅游活动碳排放(0.39万t)与本地居民生活能源消费碳排放(0.23万t)。

2) 庐山世界地质公园旅游碳排放强度在2005—2010年表现出一定的下降趋势,对比发现研究区旅游碳排放强度明显高于江西省的平均水平,而与全国旅游碳排放强度的平均水平差距不大。

3) 旅游业总收入和旅游接待人数增长是研究区旅游碳排放显著上升的根本原因。研究区较高的旅游碳排放强度主要是因为旅游地以旅游产业为主,表现出对外界能源需求的高度依赖性。旅游交通运输方式、旅游住宿、旅游者的食物消费以及旅游行为目的对旅游碳排放具有明显影响。

4 参考文献

- [1] IPCC 2013. Climate change 2013: The physical science basis, contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [R]. Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press, 2013.
- [2] 钟永德, 石晟屹, 李世宏, 等. 中国旅游业碳排放计量框架构建与实证研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(1): 78-86.
- [3] Bach W, Gössling S. Klimaökologische auswirkungen des flugverkehrs [J]. Geographische Rundschau, 1996, 48(1): 54-59.
- [4] 谢园方, 赵媛. 长三角地区旅游业能源消耗的CO₂排放测度研究 [J]. 地理研究, 2012, 31(3): 429-438.
- [5] 周年兴, 黄震方, 梁艳艳. 庐山风景区碳源、碳汇的测度及均衡 [J]. 生态学报, 2013, 33(13): 4134-4145.
- [6] UN World Tourism Organization, United Nations Environment Programme and World Meteorological Organization. Climate change and tourism: responding to global challenges [M]. Paris and Madrid: UNWTO and UNEP, 2008.
- [7] 文慧, 肖洁, 李晓青. 南岳低碳旅游发展对策研究 [J]. 科技视界, 2015(4): 162-163.
- [8] 魏艳旭, 孙根年, 马丽君, 等. 中国旅游交通碳排放及地区差异的初步估算 [J]. 陕西师范大学学报: 自然科学版, 2012, 40(2): 76-84.
- [9] 袁宇杰, 蒋玉梅. 基于投入产出分析的旅游碳排放核算: 以山东省为例 [J]. 中南林业科技大学学报: 社会科学版, 2013, 7(3): 1-5, 8.

- [10] 肖潇, 张捷, 卢俊宇, 等. 旅游交通碳排放的空间结构与情景分析 [J]. 生态学报, 2012, 32(23): 7540-7548.
- [11] 石培华, 吴普. 中国旅游业能源消耗与 CO₂ 排放量的初步估算 [J]. 地理学报, 2011, 66(2): 235-243.
- [12] 叶正伟, 吴威. 庐山旅游区气候变化特征及其影响因素分析 [J]. 地理科学, 2011, 31(10): 1221-1227.
- [13] 胡海胜. 庐山自然保护区森林生态系统服务价值评估 [J]. 资源科学, 2007, 29(5): 28-34.
- [14] 丁雨莲, 赵媛. 旅游业碳源系统研究: 横向与纵向二维视角 [J]. 地理科学, 2013, 33(10): 1187-1195.
- [15] Gössling S, Garrod B, Aall C, et al. Food management in tourism: reducing tourism's carbon 'footprint' [J]. Tourism Management, 2011, 32(3): 534-543.
- [16] 朱邦辉, 万金保, 刘峰. 庐山风景名胜区旅游业 CO₂ 生态足迹分析 [J]. 江西科学, 2013, 31(5): 606-612.
- [17] Gössling S, Peeters P, Ceron J P, et al. The eco-efficiency of tourism [J]. Ecological Economics, 2005, 54(10): 417-434.
- [18] Becken S, Simmons D G. Understanding energy consumption patterns of tourist attractions and activities in New Zealand [J]. Tourism Management, 2002, 23(4): 343-354.
- [19] 宋杰鲲. 基于 LMDI 的山东省能源消费碳排放因素分解 [J]. 资源科学, 2012, 34(1): 35-41.
- [20] 章锦河. 旅游废弃物生态影响评价: 以九寨沟、黄山风景区为例 [J]. 生态学报, 2008, 28(6): 5671-5680.
- [21] 胡林林, 贾俊松. 2011 年江西旅游业能耗和二氧化碳排放估算 [J]. 江苏农业科学, 2014, 42(1): 310-312.
- [22] 王凯, 李娟, 席建超. 中国旅游经济增长与碳排放的耦合关系研究 [J]. 旅游学刊, 2014, 29(6): 24-33.
- [23] 赵先超, 朱翔. 湖南省旅游业碳排放的初步估算及脱钩效应分析 [J]. 世界地理研究, 2013, 22(1): 166-175, 129.

The Analysis on the Characteristics and Causation of Carbon Emissions from Tourism in the Lushan Global Geopark

YAO Bo^{1,2}, HU Dan³, ZHENG Liwen², DAI Xiaofeng¹, HU Qiwu^{2*}

(1. Science and Technology College, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330027, China;

2. College of Geography and Environment, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China;

3. Geographic Laboratory, Hongdu Middle School, Nanchang Jiangxi 330024, China)

Abstract: The level of tourism carbon emissions from 2005 to 2010 in the Lushan Global Geopark are measured through the literature based on scenic scale. Then its change features and causes are analyzed. The results show that the level of carbon emissions is increased from 2005 to 2010 in this park, while the emissions intensity have been on a declining trend. There are great differences among types of carbon emissions from tourism. In 2010, for example, the carbon emissions from high to low are from tourist communications, tourist lodging, food consumption, tourism activities and life energy consumption of local residents. Both the total income of tourist industry and the tourist arrivals are the basic reasons of the rising carbon emissions from tourism in this park. Other affecting factors include tourist communications, tourist lodging, food consumption and tourism behavioral objectives.

Key words: carbon emissions; tourism industry; low-carbon tourism; scenic spot; Lushan Global Geopark

(责任编辑: 曾剑锋)