

人类影响气候研究的一个新观点: 人口迁移流动的作用

张井勇^{①*}, 吴凌云^②

① 中国科学院大气物理研究所季风系统研究中心, 北京 100029;

② 中国科学院大气物理研究所, 大气科学和地球流体力学数值模拟国家重点实验室, 北京 100029

* 联系人, E-mail: zjy@mail.iap.ac.cn

传统上, 人类影响气候的研究主要针对温室气体与气溶胶排放、土地利用等人类活动的特定方面. 例如, IPCC第五次评估报告将20世纪50年代以来全球平均地表温度增加主要归因于人类活动的影响; 1951~2010年温室气体引起的增温可能为0.5~1.3℃, 气溶胶等其他人为强迫的影响可能为-0.6~0.1℃^[1].

最近几十年, 大规模人口从乡村迁移到城市. 世界城市人口占总人口的比率由1950年的30%增加到2014年的54%^[2]. 当前, 大约39亿人生活在城市. 其中, 53%的城市人口生活在亚洲, 14%和13%的城市人口生活在欧洲和拉丁美洲. 2050年, 城市人口有可能会再增加25亿, 其中大约90%的增加人口发生在亚洲和非洲^[2]. 另外, 出境和境内的旅游人口最近几十年也呈现快速增加的趋势. 世界旅游组织报告显示, 出境旅游人次由1980年的2.8亿增加到2014年的11.3亿^[3]. 我国国内旅游人次从20世纪80年代中期的2亿增加到2014年的36亿. 总体而言, 世界和中国的人口迁移流动都经历了快速增加, 并在未来数十年有可能继续保持快速增长. 但是, 人口迁移流动在多大程度上能够影响局地、区域和全球的气候尚不清楚.

春节期间的中国人口迁移流动是世界上每年最大规模的人口迁移. 据估计, 近几年, 全国客流量达到大约30亿人次或更多(http://news.xinhuanet.com/2014-02/24/c_119474964.htm). 北京有接近一半的城市人口在春节期间返回家乡与家人团聚或通过旅游的方式庆祝佳节(http://news.xinhuanet.com/local/2013-02/18/c_124355887.htm), 类似的情况也发生在其他超大型和大型城市. 春节人口大迁移为我们提供了独特的、真实世界的实验来观察研究人口迁移流动对城市气候的影响. 最近一系列的研究表明, 春节期间大规模的城市人口迁出显著减弱了城市热岛强度^[4~6]. 例如在哈尔滨, 多年平均的春节周日平均温度城乡差表征的热岛强度与春节周前后四周相比降低了0.65℃^[4]; 日最低温度城乡差春节周降低了1.14℃, 超过了1880~2012年全球平均地表气温的增暖幅度(~0.85℃)^[1]. 同时, 春节旅游人口的增加引起一些旅游热点城市热岛强度的增强. 例如在三亚, 多年平均的春节周日平均、日最高和日最低温度城市与非城市差表征的热岛强度都显著增强, 增加幅度在0.42~0.66℃^[6]. 城



张井勇 中国科学院大气物理研究所研究员. 2005年获博士学位, 同年获得中国科学院院长特别奖. 博士研究生期间曾在韩国首尔国立大学访问, 随后在美国纽约州立大学做博士后, Research Scientist等. 2009年入选中国科学院“百人计划-引进国外杰出人才”. 主要研究方向为人与

自然耦合系统、陆-气相互作用、区域气候模拟与气候变化. 在陆-气相互作用与季节气候预测、人口迁移流动与城市气候、区域气候模式发展和应用等方面取得系列创新性成果.

市独特的下垫面特征和人为热释放是形成热岛效应的主要原因^[7]. 与郊区和农村相比较, 城市通常能够吸收更多的长波和短波辐射. 人工材料覆盖的城市表面造成更多的地表能量被分配给感热而不是潜热. 人类的生产生活等产生大量的热量, 加热着近地表的大气. 春节人口迁移流动主要通过影响人为热的释放进而对城市热岛效应产生重要影响. 这些研究结果通过春节这个独特而宝贵的例子揭示了人口迁移流动对城市气候的重要影响.

除了局地的城市气候, 人口迁移流动能够通过改变人为热释放、陆地表面状况、温室气体与气溶胶的排放等进而对区域和全球的气候产生重要影响(图1). 例如, 最近几十年大规模人口不断迁入城市, 使城市面积快速增加^[8], 进而影响局地和区域的气候^[9]. 人口迁移流动通过增加碳排放导致全球气温增暖^[10,11]. 随着人口迁移流动的增加, 人们使用各种交通工具的数量和频次也随之增加, 进而增加了人为热的释放和气溶胶的排放, 从而对气候产生影响. 人类影响气候的研究不应再局限于人类活动的特定方面, 而应该扩展到包括人口迁移流动的作用. 最近10年间, 随着新技术和互联网的快速发展, 数据存储量和规模飞速发展, 人类已经进入大数据时代^[12]. 全球数据量以每2~3年翻一番的速度骤增. “百度地图春节人口迁徙大数据”或“百

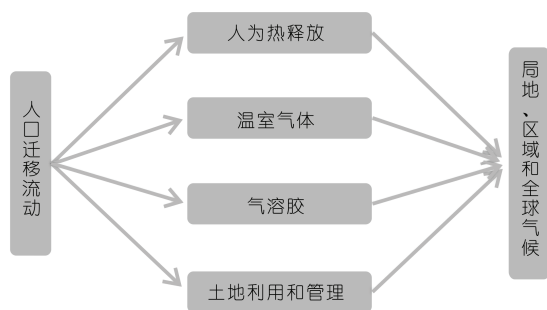


图1 人口迁移流动对气候的影响

Figure 1 Impact of population movements on the climate

度迁徙”是大数据应用其中的一个例子。“百度迁徙”通过对大数据进行计算分析,从2014年开始实现了对我国春节期间人口大迁移的轨迹和特征进行全程和即时呈现。随着大数据的累积和普及,人类每个个体的活动有望全面数据

化。将来,我们有希望能够对个体的人或相似活动的某一类人产生的人为热包括新陈代谢释放热、生活活动释放热、使用交通工具释放热、从事工业生产释放热以及温室气体和气溶胶排放等进行数据化和数值模型参数化。集成这些数据能够进一步获得人口迁移流动在局地、区域和全球尺度的影响。相关的模式模拟将能够更好认识各种时空尺度人口迁移流动影响气候的演变规律和物理机制。我国的春节人口大迁移可能将持续数十年或更长时间,能够开展这方面的探索性工作提供独特的、真实世界的实验室。人口迁移流动与气候的关系是人与自然耦合系统的重要组成部分,相关的研究涉及到自然科学与社会科学的交叉融合。将来应该采用更全面和跨学科的方法,对人口迁移流动的作用从个体到全球尺度上予以深入研究。应对气候变化是全球共同面对的重大挑战,对不同时空尺度上人口迁移流动影响气候的深入研究将有助于提高中国及世界其他国家和地区应对气候变化的能力。

推荐阅读文献

- 1 Myhre G, Shindell D, Bréon F M, et al. IPCC: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2013. 659–740
- 2 UN DESA Population Division. World Urbanization Prospects: The 2014 revision. New York, NY, USA: United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN DESA) Population Division, 2014
- 3 World Tourism Organization. UNWTO Annual Report 2015, UNWTO, Madrid, 2015
- 4 Wu L Y, Zhang J Y, Shi C X. Mass human migration and the urban heat island during the Chinese New Year holiday: A case study in Harbin City, Northeast China. Atmos Oceanic Lett, 2015, 8: 63–66
- 5 Zhang J Y, Wu L Y, Yuan F, et al. Mass human migration and Beijing's urban heat island during the Chinese New Year holiday. Sci Bull, 2015, 60: 1038–1041
- 6 Zhang J Y, Wu L Y. Modulation of the urban heat island by the tourism during the Chinese New Year holiday: A case study in Sanya City, Hainan Province of China. Sci Bull, 2015, 60: 1543–1546
- 7 Arnfield A J. Two decades of urban climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. Int J Climatol, 2003, 23: 1–26
- 8 Seto K C, Guneralp B, Hutyrá L R. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. Proc Natl Acad Sci USA, 2012, 109: 16083–16088
- 9 Zhang J Y, Wu L Y. Impact of Land-Atmosphere Interactions on Climate over East Asia (in Chinese). Beijing: China Meteorological Press, 2014 [张井勇, 吴凌云. 陆-气相互作用对东亚气候的影响. 北京: 气象出版社, 2014]
- 10 Gurney K R, Romero-Lankao P, Seto K C, et al. Track urban emissions on a human scale. Nature, 2015, 525: 179–181
- 11 Wake B. Travel responsibly. Nat Clim Change, 2015, 5: 512
- 12 UN Global Pulse. Big data for development: Challenges and opportunities. Global Pulse White Paper, 2012

A new view of human impacts on the climate: The role of population movements

ZHANG JingYong¹ & WU LingYun²

¹Center for Monsoon System Research, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China;

²State Key Laboratory of Numerical Modeling for Atmospheric Sciences and Geophysical Fluid Dynamics (LASG), Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China

Traditionally, studies of human impacts on the climate mainly concentrate on certain aspects of human activities such as the release of greenhouse gases. Human population movements can influence local, regional, and global climate through their effects on anthropogenic heat, land surface conditions, and releases of greenhouse gases and aerosols. For example, observational evidence demonstrates that during the Chinese lunar New Year holiday, the massive population outflows can have a cooling effect on the urban climate in big cities of China such as Beijing. We propose that human activities should be addressed with a people-centered approach and the human impacts on climate studies should be extended to include the role of human population movements for the climate at a variety of scales from a human to the globe. The human-climate interactions represent important aspects of the coupled human and natural systems, and play substantial roles in global sustainable development. The theories, data, and approaches of multiple natural and social science disciplines should be integrated to study the role of population movements in influencing the climate at multiple scales in the future. Big data are growing rapidly, and will possess the potential to bring new opportunities to advance the research on the impacts of population movements. The 2015 Paris Climate Conference (COP21) highlighted the need for increasing the ability and taking effective action to address climate change. Better understanding population movement impacts on local-to-global climate can offer new insights into the role of human beings in the climate system, and help to enhance our ability to mitigate and adapt to climate change.

human beings, population movements, climate, multiple scales

doi: 10.1360/N972015-01079