

旅游活动对土壤环境影响的国内研究进展

李 鹏,濮励杰,章锦河

(南京大学地理与海洋科学学院,南京 210093)

摘 要:随着旅游业的迅猛发展,由此带来的环境污染和破坏问题也日益突出,作为对旅游干扰反应最为敏感的环境因子之一和生态系统的重要组成部分,土壤对生态系统的稳定和环境健康状况有重要的影响。基于此,本文对国内相关学者的研究进行了简单的综述,将中国旅游活动对土壤环境影响的研究历程大体上分为初步探索和快速发展2个阶段,并且分别就文章数量、研究内容和研究方法等方面细阐述了这2个阶段的不同特征。在此基础上,分别就旅游活动对土壤的物理性质、化学性质和生物活动下的各个方面不同程度的影响进行了分类综合。总结了现阶段中国区域旅游活动对土壤环境影响研究中的研究内容、研究区域和研究尺度等方面的4大特征,揭示了现阶段中国旅游活动对土壤环境影响研究中参考标准、研究内容、研究范围、研究方法和研究对象方面的不足以及该领域未来发展的趋势与热点,以期为今后旅游对土壤环境的影响研究指明方向。

关 键 词:旅游活动;土壤环境;影响;研究进展;发展趋势

旅游产业是当今世界上的第一大产业,同时也是全球最具发展活力的产业之一。虽然有关旅游的功过评判仍在争论中,但各国或地区在制定经济发展规划时,几乎都把旅游业作为重点考虑对象。有的国家或地区甚至将旅游业作为其支柱产业来发展。在中国,不少省市和地方也都将发展旅游业作为国民经济发展的新增长点。由此可见,旅游业在世界舞台上正发挥着越来越大的作用。然而,随着20世纪80年代以来国内旅游业的迅猛发展,有关旅游地的环境污染和破坏问题也日益突出,而国内有关旅游环境学方面的研究却相对滞后,并且这些研究过于笼统,并没有针对性,加快和加强旅游地环境影响与管理研究已迫在眉睫。

土壤是对干扰反应最敏感的环境因子之一,更是生态系统的重要组成部分,土壤状况的优劣对土壤生态系统、生长在其上的植物生态系统及其动物群落和土壤微生物群落的生存有重要影响,对旅游地生态系统的健康与稳定也有重要作用。旅游干扰对土壤环境的影响具有方式多样、效应突出和影响面广等特点。

在国外,学者们关于旅游对土壤环境影响的研究已经相当成熟,按照影响的类型与来源划分,国

外的研究主要集中在游客践踏对土壤的影响^[1-7]、露营地土壤环境变化^[4,8-9]和游径建设及使用对土壤的影响^[10-13]3个方面,研究内容涉及到土壤水分^[1-2,9,13]、容重^[9,13]、土壤结构^[3-4]、有机质^[5-6,9]、土壤剖面^[2]、土壤环境退化^[7-9]、以及土壤侵蚀^[10-13]等诸多方面。在国内,虽然国内学者关于旅游对土壤环境影响的研究也很多,但是对这些文章进行系统总结的研究尚未见报道。本文正是基于此考虑,在纵观国内相关研究的基础上,总结了区域旅游活动对土壤环境影响的研究现状、进展和展望,以期为今后旅游对土壤环境的影响研究指明方向。

1 旅游活动对土壤环境影响研究的阶段划分

国内学术界对旅游业环境影响的研究始于20世纪80年代初,其中有针对性的对土壤环境的影响研究是从90年代初开始的,据文献检索,蒋高明等^[14]关于旅游和城市化对避暑山庄土壤和植被的影响研究是中国最早开展这方面研究的。本文通过对CNKI中的中国期刊全文数据库、中国博士学位论文全文数据库和中国硕士学位论文全文数据库

收稿日期:2011-12; 修订日期:2012-02.

基金项目:国家自然科学基金项目(40871255)。

作者简介:李鹏(1987-),男,河北承德人,硕士研究生,主要研究方向为土地利用方向。E-mail: iceberg1987@126.com

通讯作者:濮励杰(1965-),男,江苏吴江人,教授,博士生导师,主要研究方向为土地利用、土地资源与环境科学等。

E-mail: ljpu@nju.edu.cn

库进行检索发现:①截止于2011年10月份为止,所有网上公布的文献中共有旅游对土壤环境影响研究的文献90篇,其中单独对土壤进行研究的文献58篇;②在所有文献中有21篇硕博学位论文,其中有6篇专门研究了旅游对土壤环境的影响;其余的文献只是将旅游对土壤环境的影响作为文章的一部分进行了研究。③在检索出的文献中,有43篇发表在中文核心期刊上,其中一级核心期刊数29篇,英文期刊1篇(表1)。

根据国内学者关于旅游对土壤环境影响的研究情况和以往学科发展的经验历程,可将中国旅游对土壤环境影响的研究历程分为2个阶段(图1)。

(1) 第1阶段——初步探索阶段(1990-2003)

该阶段是中国旅游对土壤环境影响研究的起步阶段,也是萌芽阶段,从研究的成果来看,该阶段的研究表现出了3大特点:①研究成果比较少,平均每年发表的文章数仅为1.3篇(表1、图1)。②土壤专题研究的文章数量较少。这说明在此阶段学者们更多的还是关注旅游对整个环境影响的研究,而对土壤环境影响的研究还只是作为整个环境影响研究的一小部分进行简单的分析,如蒋文举等^[15]和刘鸿雁等^[16]的研究,对土壤的关注度和深度还略显不够。③定性描述较多,定量研究较少。虽然也出现一些定量研究,但是由于技术水平限制,使得当时的定量研究很少,研究力度不足。

(2) 第2阶段——快速发展阶段(2004至今)

这是中国旅游对土壤环境影响研究的快速发展阶段,也是中国旅游对土壤环境影响研究现在所

处的发展历程阶段。该阶段具有以下3个特点:①随着旅游带来的环境问题越来越突出,同时一些新技术新方法的不断出现,旅游对土壤环境影响的研究如雨后春笋。这期间无论从论文的总量还是从核心期刊文章数量亦或者是土壤专项研究的文章

表 1 期刊检索结果统计表
Tab.1 The statistics of literature searching

年份	文章总数	专题研究土壤 的文章数	核心期 刊数	权威期 刊数
1990	1	1	1	1
1995	3	3	1	1
1996	1	0	1	1
1997	1	0	1	1
1999	2	2	2	2
2000	3	2	2	1
2001	2	2	2	1
2002	1	1	0	0
2003	3	2	1	0
2004	4(1)	2	3	2
2005	5(3)	2(1)	2	1
2006	14(5)	8(1)	7	4
2007	4(2)	3(1)	2	2
2008	17(3)	11(1)	7	5
2009	17(6)	10(2)	5	2
2010	8(1)	5	3	2
2011	4	4	3	3
合计	90	58	43	29

注:其中括号里为硕博学位论文的数量,权威期刊目录是根据南京农业大学(因为南大现在已经不再对期刊进行分类)罗列的一级核心期刊所定。

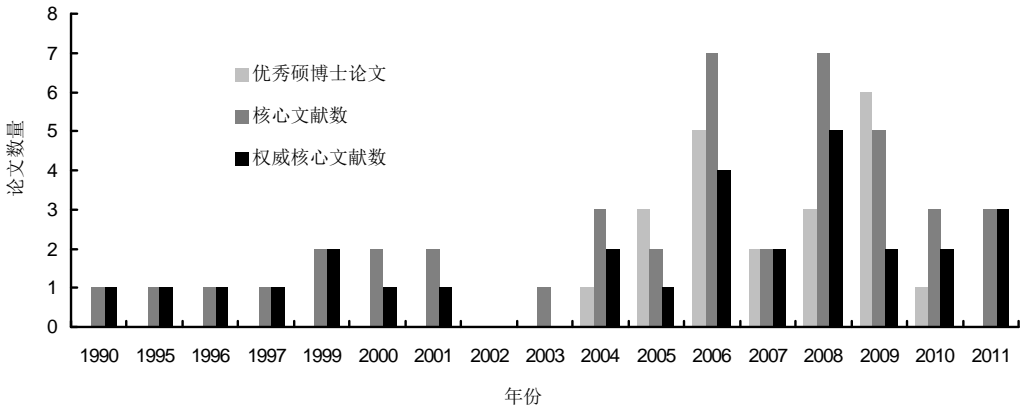


图1 旅游对土壤环境影响的国内研究成果变化趋势

Fig.1 The trend of achievements in scientific research about the influence of tourism on soil environment

数量都比前一个阶段有所突破,并且几乎每年都有该领域的文章发表。除此之外,不但是相关的学者开始对该方面进行关注,许多高校的硕博士也开始了对它的研究,这成为本阶段最大的特点。②研究内容广泛化、研究方法多样化。随着新方法新技术的不断出现,其涉及的内容不但有关土壤的理化性质,还包括了土壤生物群落的变化,即便是在化学性质方面内容也有了新的扩展。③在大尺度内出现小的周期循环,这一点硕博士论文的数量最为明显,基本上是以3年为周期,即便是其他方面也出现了不同年份的变化,这与研究的内容不断扩展有密切关系。

当然,随着研究内容的不断深入、研究方法的不断完善,中国的旅游活动对土壤环境影响的研究会进入一个新的阶段——完善成熟阶段。在该阶段内,研究成果的数量会因达到饱和而下降,旅游对土壤环境影响的研究基本上处于非常完善并且可以独立成为一个学科,除非学者发现新的研究内容或方法突破这个瓶颈,该领域才能出现新的研究热潮。

2 国内旅游活动对土壤环境影响的研究内容

土壤作为生态系统的重要组成部分之一,容易受到旅游开发活动、践踏、垃圾排放等一系列人为活动的影响而逐渐退化,从而影响到植被的生长和发育最终可能导致土壤与植被的退化,从而影响到整个旅游环境,不利于生态旅游的可持续发展。因此,中国有许多学者在20世纪90年代初就已经认识到旅游活动对土壤的影响,并从事了这方面的研究工作。

2.1 对土壤物理性质的影响研究

国内有关旅游对土壤环境的影响研究最先是通过对土壤物理性质方面的影响开始的,旅游者主要是通过开发活动与践踏等活动影响土壤环境,而这两方面的活动对土壤主要产生的是物理性质方面的影响,根据土壤物理性质,又可以将对土壤物理性质方面的影响细分为土壤孔隙度、土壤水分和容重、以及土壤层理厚度和其他方面的影响。

2.1.1 对土壤孔隙度的影响研究

旅游者通过旅游活动的践踏与开发必然会对土壤孔隙度产生显著的影响,而国内学者很早已经开始这方面的研究,如蒋高明等^[14]在对承德避暑山庄进行研究时,最先认识到旅游活动会对土壤的孔隙度产生重要的影响,其研究表明,旅游活动会极大的降低景区步道附近的孔隙度。王金亮^[17]在其研究中发现旅游活动会使得土壤中总孔隙度减小55.4%~52.9%。秦远好^[18]在其研究中也得到在游憩活动的冲击下所有样区土壤的孔隙度含量相对于对照点平均减少22.79%的结论。李灵^[19]等的研究发现:与对照区相比,旅游影响区土壤的非毛管孔隙度、毛管孔隙度、总孔隙度平均下降31.4%、27.2%和28.7%。除此之外,张昆等^[20]和张淑花等^[21]也在其研究中提到了旅游对土壤孔隙度的影响,并得到了相应的结论。通过各位学者的研究,可以很明确的得出旅游活动会减少土壤孔隙度的结论。

2.1.2 对土壤水分和容重的影响研究

土壤孔隙度对土壤水分和容重有重大的影响,旅游对土壤孔隙度影响的同时必然会对土壤水分和容重产生直接或间接的重要影响,国内学者对此也做了大量研究。如冯学钢等^[22]选取了容重、颗粒等指标在安徽采石风景区进行量测时发现,受旅游活动影响较大的地区,呈现出质地粘重、结构变差、同一层次土壤松紧度增大、根系变少、容重增大的特点。管东生等^[23]以广州白云山为例进行的研究结果表明:随着旅游干扰强度的增加,土壤容重和水分含量呈递减趋势;管东生等^[24]又对广州城市公园土壤理化性质进行监测后得出了相似结论。而邓金阳等^[25]对张家界国家森林公园的研究表明,旅游活动会使得土壤容重增加、水分含量减少。刘嘉丽等^[26]以重庆市缙云山国家级自然保护区为研究对象,通过采集土样测含水量和体积质量表明,由于受到旅游活动的影响,土壤表层和深层含水量变化和体积质量变化有很大差异,最终得到必须重视环境保护和旅游发展相协调的结论。

此后,更多的学者以更精确的数据就旅游对土壤水分和容重的影响进行研究并得到了相关的结论。如Shi^[27]的研究结果表明:旅游活动对景区土壤的影响主要表现在距游径3 m以内,与不受影响的地区相比较,在距游径1 m、2 m、3 m的土壤中水

量减少分别为36.6%、24.5%和2.2%,土壤容重在距游径1 m和2 m出分别增加26.5%和20.9%。张昆等^[20]的研究表明,旅游干扰对草甸湿地表层土壤环境的破坏作用显著,在轻度、中度和重度干扰下草甸表层土壤饱和持水能力分别下降了10%、48%和75%,其中土壤有效调蓄水空间、非毛管孔隙度、初渗速率和稳渗速率在重度干扰作用下分别下降了77%、43%、94%和96%。与此同时,李灵等^[19]的研究也得出结论:旅游景点的土壤容重比对照点平均增加了43.0%,最大持水量、最小持水量及毛管持水量平均下降了26.6%、26.9%及30.8%。此外,其他学者^[17,21,28-30]也在相关的研究中提到了旅游对土壤水分和容重的影响,并得到了相应的结论。

2.1.3 对土壤层理厚度的影响研究

关于这方面的内容,国内学者单独对其研究比较少,最早是陈飙等^[31]在对云南省香格里拉县碧塔海生态旅游景区土壤、植被野外调查和分析时发现:旅游者践踏会造成土壤枯枝落叶层和腐殖层消失,地表裸露,土壤层变薄,并且这种变化在不同旅游频率和植被覆盖类型下表现出来明显差异。晋秀龙等^[32]以九华山风景区选择6条主要游道为对象,记录了枯枝落叶层的厚度和土壤腐殖质层厚度等指标,通过SPSS 13.0的LSD和Pearson显著性和相关性检验表明:土壤的枯枝落叶层厚度减少率和土壤腐殖质层厚的减少率都由近游道向远离游道的方向逐渐递减。陆林等^[30]通过分析了旅游干扰对黄山风景区土壤的影响,又得出枯枝落叶层厚度趋于下降的结论。

2.1.4 对土壤组成和其他方面的研究

国内学者除了对上述物理因素进行了相关研究外,还有及少数学者对土壤粒径组成、根系分布、CEC和盐基饱和度等方面研究了旅游对土壤的影响。如马建华等^[33-34]等的研究结果显示,旅游活动使得土壤黏粒含量偏高,质地偏细,相对紧实、干燥,根系分布少,颜色浅,这其实也从土壤组成的角度探讨了旅游对土壤孔隙度的影响。与此同时,土壤中的CEC也变小,盐基饱和度变大,黏粒部分CaO含量高,SiO₂含量相对下降,Saf减小,出现“假淋溶风化现象”。

由此可见,中国学者对旅游对土壤物理环境的影响还是相当充分的,研究体系也是相当成熟的。

2.2 对土壤化学性质的影响研究

旅游活动除了对土壤物理性质产生影响外,还

对化学性质产生了深刻的影响,国内学者在这方面做了大量研究,有关旅游对土壤化学性质方面的影响主要表现在对pH值、有机质、土壤肥力元素和重金属污染等方面。

2.2.1 对土壤pH值的影响研究

有关旅游对土壤pH值的影响往往是和孔隙度、水分等其他因素一起研究的。如蒋高明等^[14]在对承德避暑山庄进行研究时,认识到旅游活动会对酸碱度产生影响。冯学钢等^[22]得出随着旅游活动的加强,土壤pH值降低、酸性增强的结论。但是,管东生等^[23]以广州白云山为例进行研究,却得到了随着旅游干扰强度的增加土壤pH值呈递增趋势这个完全相反的结论。之后学者纷纷就这一有争议的问题进行了相关研究。其中秦远好等^[18]的研究表明:在游憩活动的冲击下,土壤pH值平均增加6.59%。刘嘉丽等^[26]通过采集土样测定其pH值,得出由于受到旅游活动的影响,土壤的pH值有上升趋势的结论。同年,马建华等^[34]又一次证实在旅游活动区PH会提升1~2个单位。除此之外,其他学者^[19,21,30,35]也提到了旅游对pH值的影响,并得到了各自的结论。

2.2.2 对土壤有机物的影响研究

有关旅游对土壤有机物的影响研究相比较而言要晚于其他因素研究。20世纪90年代中后期,王文华等^[36]通过对北京昆明湖底泥有机物研究,认为旅游活动干扰了底泥有机物正常沉积过程。管东生等^[23]在研究中表明:随着旅游干扰强度的增加,土壤有机质含量呈递减趋势。秦远好等^[18]通过定量研究表明:在游憩活动的冲击下,所有样区土壤的有机质含量相对于对照点平均减少39.76%。然而刘嘉丽等^[26]的研究结果却发现:在旅游活动的影响下,有机质含量因人类活动类型的不同而产生上升和下降两个不同方向的变化。李灵等^[19]发现,景点的土壤有机质比对照区下降了46.05%。除此之外,马建华等^[34]、陆林等^[30]和张淑花等^[21]等也提到了旅游对土壤有机物的影响。

2.2.3 对土壤肥力元素的影响研究

与上面相关研究内容相比,有关旅游对土壤肥力元素的影响研究就相对较少,只有少数几位学者在研究以上方面的同时对肥力元素的影响进行了研究。如管东生等^[23]的研究结果表明:随着旅游干扰强度的增加,土壤TN、TS、TP和有效磷的含量呈递减趋势。秦远好^[18]等的研究发现,在游憩活动的

冲击下,所有样区土壤的全氮和碱解氮含量相对于对照点平均减少37.99%和30.87%,全磷、有效磷、全钾和速效钾的变化与游憩活动冲击强度变化没有明显的对应关系。李灵等^[19]在其的相关研究中也发现:景点土壤全N、水解N及全P平均下降的比率分别高达49.74%、56.71%及42.75%,全K、速效K和有效P则表现为增大或减少不定的变化趋势。陆林等^[30]分析了旅游干扰对黄山风景区土壤的影响,其中随干扰强度的增加,土壤全氮量、全磷量趋于下降,其中土壤全钾量是仅次于土壤容重和土壤含水量对旅游干扰反应最为敏感,土壤全磷量对旅游干扰反应最弱。除此之外,其他学者^[26,28,35,37]也对土壤的有机氮和有机磷进行分析。由此可见,各个学者虽然就旅游对土壤肥力元素的影响强度上存在差异,但是关于旅游活动引起土壤肥力元素下降的结论却是一致且肯定的。

2.2.4 对土壤重金属污染的影响研究

有关旅游对土壤重金属的研究近几年才逐渐引起学者的关注,因此有关这方面的研究就更显匮乏。其中,马建华等^[33-34]先后对嵩山景区旅游活动对土壤重金属污染的影响进行了研究,研究结果显示,旅游影响区土壤重金属含量明显高于对照样本,大部分超过中国棕壤和褐土背景值。除了Cu和Ni外,其他重金属污染程度的次序为:Zn>Pb>Cd>Cr;不同景点重金属污染程度各不相同。许宇慧等^[38]以九寨沟为例研究了旅游对道路灰尘及土壤重金属含量的影响,研究结果显示:九寨沟景区内道路灰尘的重金属含量最高,Igeo污染级别达中度污染,景区内表土重金属含量最低,道路灰尘是九寨沟环境质量的潜在威胁。通过对比元素相关性 & 景区内外的灰尘重金属含量发现,交通是道路灰尘的主要重金属影响源,其中Zn是表征交通影响的主要元素,其次是Cu和Pb。这说明由旅游带来的重金属污染在逐步的破坏土壤环境。

2.3 对土壤生物活动的影响研究

土壤作为生物圈的载体,为生物活动提供了生存空间与基础,其理化性质的变化常常会引起相关生物活动变化。

2.3.1 对植物生长的影响研究

在众多生物对旅游干扰的反应中,植物是对旅游干扰反应最直接的,而且对植物的影响研究也最多,涉及面也最广。最早是邓金阳等^[25]利用了土壤硬度增加率,覆盖度减少率、植群变异率及植群冲

击指数研究了游憩对土壤和植被的影响及游客对环境改变可接受限度评估。刘春艳等^[39]针对游客对目的地的环境影响,建立了游径评价法,通过采用游客自辟道路、游径变宽、植被根部裸露以及泥泞路等指标评价游客对土壤、植被等的践踏破坏程度,在生态因子的层次上进行了旅游非污染生态环境旅游活动对土壤影响研究的现状。同年,陈戈^[40]通过分析了各种旅游活动及相关服务设施对水土流失的不利影响,探讨了旅游活动强度及其对水土流失影响程度的相互关系,建立了旅游活动对水土流失的影响模型。刘巧玲等^[41]在其研究中明确指出,旅游活动通过改变土壤理化性质而增加了地区水土流失,植物受人为机械损伤、砍伐、践踏等干扰,导致植被覆盖减少,群落的种类组成改变并且趋于简单化,生物多样性降低,并由此产生野生动物的生境不断缩小和破碎化的问题。席建超等^[42]的研究得出了相同的结论,并该研究进一步提出旅游践踏干扰已对游道沿线环境以及游客游憩体验产生了一定的负面影响。武国柱等^[43]指出旅游对植被的破坏并不会随着践踏的停止而终止,这种持续而长久的影响严重影响了当地的植被生产和游客的体验。钟林生等^[44]以黄石寨为例,分析了旅游活动对景区步道的影响评估,发现步道边缘的土壤性状和植被状况发生了明显改变,这说明旅游活动对黄石寨景区步道产生了负面影响。之后,李永亮等^[45]又从植物多样性的角度阐述了旅游对区域土壤生物的影响。张淑花等^[21]以二龙山为例研究了旅游干扰对土壤和植被的影响,结果显示:旅游干扰对土壤植被有显著影响,严重旅游干扰使群落中植物的个体数量减少,种类组成趋于简单,多样性指数和均匀度指数降低,优势度指数增加;植物群落中受旅游干扰影响较大的是草本层和灌木层,乔木层受到的影响较小。

综上所述,学者关于旅游对植物的影响研究主要集中在景区植被覆盖度、践踏对植物根部影响、对不同植被的影响差异以及有此引发的水土流失和土壤侵蚀的影响等方面。

2.3.2 对动物群落活动的影响研究

旅游活动对植被的破坏必然会影响到生活在其中的动物,旅游对动物群落的影响主要表现在对土壤动物的活动区域的影响。如晋秀龙等^[46]以九华山为例研究了旅游活动对土壤动物群落的影响,结果表明:大型土壤动物受到旅游活动的影响明显,

旅游活动量越大土壤动物捕获量越少,同时,在水平方向上,由近游道向远离游道的大型土壤动物的类群和数量呈现递增规律,在垂直分布上,土壤动物向表层集聚明显,游憩活动的影响导致大型土壤动物类群和数量的表层聚集度由近游道样方向远离游道样方逐渐增大,旅游活动量与各游道不同样方的捕获量呈现出不同的相关性。

2.3.3 对土壤微生物活动的影响研究

相比而言,该方面的研究较少。目前为止,只有谭周进等^[47-49]以张家界国家森林公园为例,从微观生物学角度研究了旅游活动对土壤酶及微生物作用强度的影响和旅游踩踏对土壤微生物生物量碳、氮、磷的影响,结果显示:张家界国家森林公园土壤微生物作用强度及酶活性受到了人为踩踏的破坏,生态系统抵御外界干扰的能力也受到了旅游活动的破坏,并且指出旅游对不同区域不同土层的影响存在差别,其中表层最为严重。与此同时,他指出:旅游活动对土壤细菌、放线菌和真菌造成了显著影响,但对细菌的影响最为显著,这表明旅游活动已经对张家界国家森林公园土壤的特殊生理群微生物和微生物活性造成了显著影响,旅游对土壤造成的这种影响对于土壤有机质的转化等物质循环势将造成危害,这必定也会造成土壤性状发生改变,从而影响到土壤生态系统的平衡。由此可见,从土壤生态平衡以及生物多样性的角度来看,采取必要有效的措施来降低旅游对土壤环境的影响,是一件刻不容缓的事情。此外,杨海君等^[50]同样发现了张家界土壤酶和土壤微生物的分布特征呈现背景区最高,活动区最低,缓冲区居中的变化规律;对土壤酶活性的影响在0~5 cm土层最为显著,其中纤维素酶活性在活动区分别比缓冲区和背景区降低了92.8%和80.0%;其次,旅游活动显著影响了0~5 cm土壤土层中的细菌、放线菌、真菌及总微生物数量,其中背景区明显高于缓冲区和活动区,缓冲区又明显高于活动区。这又一次证明,旅游活动已对张家界国家森林公园土壤生态系统产生了较大影响。

2.4 对特殊区域土壤环境影响的研究

纵观国内学者的相关研究,其研究的对象以国家自然保护区和森林公园居多,普通湿地、草原和溶岩等生态脆弱区和典型区域的研究较少。目前为止,关于后者的研究主要有:王金亮^[17]、陈飙等^[31]先后以云南碧塔海生态旅游景区为例的研究;吕君

等^[51]关于旅游活动对草原旅游景区土壤的影响研究;张昆等^[20]对纳帕海湖滨草甸湿地进行的研究。

2.5 国内旅游活动对土壤环境影响相关研究的特点

与国外相比,虽然国内对土壤的影响研究起步较晚,研究思路较局限于国外研究内容的框架下,但是研究成果较多,总的来看,主要如下4方面的特点:

(1) 在土壤的影响效应方面,多集中在土壤容重、含水量、孔隙度、渗透率及有机质的变化等方面,对旅游干扰引起的土壤化学成分的改变研究较少且研究结论不甚一致,除此之外,现有的研究旅游对土壤化学成分的影响研究中,大多注重土壤肥力元素N、P、K等元素的研究,至于重金属方面的研究较少,其他方面的元素组成更是无人问津,如对C、O平衡与循环的影响等。

(2) 在研究案例方面,多集中在名山大川、国家自然保护区、森林公园和少数城市公园内,对于高原湿地、草场等生态脆弱区和普通旅游地点的土壤影响研究相较较少,已见报道的仅有少数关于香格里拉碧塔海和高原湿地的纳帕海的旅游活动对土壤的研究。但是从研究结果来看,研究深度还有待提高。

(3) 在研究尺度方面,既有土壤颗粒、水分、容重、孔隙度等微观方面,又有从水土流失与地表植被相结合的宏观层面的研究。

(4) 在研究层面与研究内容方面,既研究了旅游土壤的物理性质影响,又研究了旅游对土壤的化学成分改变的影响,还研究了旅游对土壤酶和土壤微生物活动甚至大型生物活动与群落的影响。但是相比较前者,对后两者的研究相对较少。

3 相关研究的不足与展望

3.1 研究不足

纵观国内外相关的研究,不难发现国内外学者从不同的旅游活动对不同类型的区域的土壤的各方面的特性进行了研究,这些研究虽然涵盖了有关土壤的方方面面,并且也出现了跨学科、跨尺度的研究,但是仍存在着不足。

(1) 研究内容的参照标准有待商讨

纵观国内相关研究,不难发现,有关土壤理化性质测定的文章,都选择了相应的参照标准,这些标准有的是在同一个景区内选择游客影响相对较

少的区域,如游径几米以外的地区,或者还有些学者干脆用其他人的研究成果作为参照标准进行比较,这些参照标准选择的科学性有待商讨。首先前者虽然受人类踩踏的程度较少,但是由于自然界是开放且运动的大系统,人类活动虽然没有对其进行直接影响,很可能会产生间接影响,即便是可以作为参照,也要在不同地区同时采样选取各种指数都比较稳定的样本作为参照。至于后者,不同的研究地域其自然地理环境不同,土壤中各种参数本低值自然也不相同。所以这些研究的参照标准应进一步完善。

(2) 研究内容有待进一步拓展,有关旅游废弃物对土壤环境的影响研究非常薄弱

旅游废弃物是指旅游地在发展旅游业过程中,由于游客旅游活动、居民日常生活、旅游开发建设等活动,产生的对旅游生态系统有污染或生态影响的气态、液态与固体物质,旅游废弃物对环境影响性质的双重性,即环境污染与非污染性的生态影响2个方面^[52]。但是关于旅游废弃物对土壤环境的具体影响方面还没有学者做过专项研究,这使得旅游对土壤环境影响的研究内容上稍显不足。

(3) 研究范围局限于单独的各个景区,缺乏跨区域的旅游活动对土壤环境的影响,使研究缺乏系统性和全局性

纵观国内学者的研究,都局限于研究地区内的人类活动比较明显的地段内,如游道、索道和与旅游相关的基础设施附近,缺乏旅游者为实现旅游活动而对其他地区造成的影响研究,而关于旅游对不同地区影响的关系研究、以及这些影响对全球或全区域环境变化的研究更显不足。

(4) 研究方法相对单一,缺乏对土壤环境影响的时空演绎研究

从国内相关学者的研究内容来看,采用样本测定法较多,虽然有少数学者将既成事实法、相关分析、多样性指标、相关度指标等方法应用与旅游对土壤环境的影响研究,可这些研究归根结底都集中在一个时间节点上,缺乏对区域从旅游开发到旅游实施这一段时间内全过程的监测与时空演绎,关于旅游活动对土壤环境影响的时间变化与空间差异的研究还有待进一步深入。

(5) 研究对象的多样性不足,有关高原湿地、高寒冻原景观土壤环境的旅游影响研究较少

在研究案例方面,国内的相关研究案例主要集中在名山大川、自然保护区、森林公园和少数

城市公园内,对于高原湿地、草场和高寒冻原等生态脆弱区和普通旅游地点的土壤影响研究相较较少,这一点尤为突出。

3.2 研究展望

综上所述,如果科学合理的选择参照标准以及如何研究跨区域的旅游活动对土壤环境的影响,是今后相关研究的难点;有关旅游废弃物对土壤环境的影响研究必将是今后研究的热点;有关高原湿地、高寒冻原景观土地环境的旅游影响研究和采用多方法演绎旅游活动对土壤环境的时空变迁是今后研究的重点,特别是有关旅游活动对土壤环境影响的时间变化与空间差异等变异性的研究可能是未来研究发展的新切入点。

参考文献

- [1] Lutz H J. Soil condition of picnic grounds in public forest parks. *Journal of Forestry*, 1945, 43(2): 121-127.
- [2] Settergren C D, Cole D M. Recreation effects on soil and vegetation in the Missouri Ozarks. *Journal of Forestry*, 1970, 68(4): 231-233.
- [3] Manning R E. Impacts of recreation on riparian soils and vegetation. *Water Resources Bulletin*, 1979, 15(1): 30-43.
- [4] Cole D N, Fichtler R K. Campsite impact on three western wilderness areas. *Environmental Management*, 1983, 7(3): 275-288.
- [5] Jim C Y. soil compaction as a constraint to tree growth in tropical & subtropical urban habitats. *Environmental Conservation*, 1993, 20(1): 35-49.
- [6] Sun D, Liddle M J. A survey of trampling effects on vegetation and soil in eight tropical and subtropical sites. *Environmental Management*, 1993, 17(4): 497-510.
- [7] Eden T, Ruchard J R. Impacts of experimentally applied mountain biking and hiking on vegetation and soil of a deciduous forest. *Environmental Management*, 2001, 27(3): 397-409.
- [8] Cole D N. Vegetational changes associated with recreational use and fire suppression in the Eagle Cap Wilderness Oregon: Some management implications. *Biological Conservation*, 1981, 20(4): 247-270.
- [9] Marion J L, Cole D N. Spatial and temporal variation in soil and vegetation impacts on campsites. *Ecological Applications*, 1996, 6(2): 520-530.
- [10] Bratton S P, Hickler M G, Graves J H. Trail erosion patterns in great Smoky mountains national park. *Environmental Management*, 1979, 3(5): 431-445.
- [11] Quinn N W, Morgan R P C. Simulation of soil erosion induced by human trampling. *Journal of Environmental*

- Management, 1980, 10(2): 155-165.
- [12] Douglas M G. Recreational impacts on erosion and runoff in a central Arizona riparian area. *Journal of Soil and Water Conservation*, 1998, 53(1): 38-42.
- [13] Deluca T H, Patterson IV W A, Freimund W A, et al. Influence of llamas, horses, and hikers on soil erosion from established recreation trails in western Montana, USA. *Environmental Management*, 1998, 22(2): 255-262.
- [14] 蒋高明, 黄晓银. 旅游和城市化对避暑山庄土壤、植物的影响. *环境科学*, 1990, 11(1): 35-39.
- [15] 蒋文举, 朱联锡, 李静, 等. 旅游对峨眉山生态环境的影响及保护对策. *环境科学*, 1996, 17(3): 48-51.
- [16] 刘鸿雁, 张金海. 旅游干扰对香山黄栌林的影响研究. *植物生态学报*, 1997, 21(2): 191-196.
- [17] 王金亮, 王平, 鲁芬, 等. 碧塔海景区旅游活动对湿地生态环境影响研究. *地理科学进展*, 2004, 23(5): 101-108.
- [18] 秦远好, 谢德体, 魏朝富, 等. 土壤生态环境对游憩活动冲击的响应研究. *水土保持学报*, 2006, 20(3): 61-65.
- [19] 李灵, 张玉, 江慧华. 旅游干扰对武夷山风景区土壤质量的影响. *水土保持研究*, 2009, 16(6): 56-62.
- [20] 张昆, 田昆, 吕宪国, 等. 旅游干扰对纳帕海湖滨草甸湿地土壤水文调蓄功能的影响. *水科学进展*, 2009, 20(6): 800-805.
- [21] 张淑花, 赵美微, 张雪萍. 旅游干扰对二龙山风景区土壤和植被的影响. *土壤通报*, 2011, 42(3): 523-527.
- [22] 冯学钢, 包浩生. 旅游活动对风景区地被植物—土壤环境影响的初步研究. *自然资源学报*, 1999, 14(1): 75-78.
- [23] 管东生, 林卫强, 陈玉娟. 旅游干扰对白云山土壤和植被的影响. *环境科学*, 1999, 20(6): 6-9.
- [24] 管东生, 丁键, 王林. 旅游和环境污染对广州城市公园森林植物和土壤的影响. *中国环境科学*, 2000, 20(3): 277-280.
- [25] 邓金阳, 吴云华, 金龙. 张家界国家森林公园游憩冲击的调查评估. *中南林业学院学报*, 2000, 20(1): 40-46.
- [26] 刘嘉丽, 张石棋, 宋红芳, 等. 自然保护区旅游活动对土壤性质影响的研究: 以缙云山为例. *西南师范大学学报: 自然科学版*, 2009, 34(6): 55-60.
- [27] SHI Q. The impact of tourism on soils in Zhangjiajie World Geopark. *Journal of Forestry Research*, 2006, 17(2): 167-170.
- [28] 孔祥丽, 李丽娜, 龚国勇. 旅游干扰对明月山国家森林公园土壤的影响. *农业现代化研究*, 2008, 29(3): 350-353.
- [29] 李梅, 杨万勤, 肖艳. 干扰对毕棚沟生态旅游区土壤物理性质的影响. *中国农学通报*, 2010, 26(14): 303-307.
- [30] 陆林, 巩劼, 晋秀龙. 旅游干扰对黄山风景区土壤的影响. *地理研究*, 2011, 30(2): 209-223.
- [31] 陈飙, 杨桂华. 旅游者践踏对生态旅游景区土壤影响定量研究: 以香格里拉碧塔海生态旅游景区为例. *地理科学*, 2004, 24(3): 372-376.
- [32] 晋秀龙, 陆林, 巩劼, 等. 旅游活动对九华山风景区土壤的冲击影响. *自然资源学报*, 2009, 24(11): 1881-1892.
- [33] 马建华, 朱玉涛. 嵩山景区旅游活动对土壤组成性质和重金属污染的影响. *生态学报*, 2008, 28(3): 955-964.
- [34] 马建华, 朱玉涛. 嵩山景区旅游活动对土壤组成和性质的影响. *土壤学报*, 2009, 46(1): 164-168.
- [35] 田昆, 贝荣塔, 常凤来. 香格里拉大峡谷土壤特性及其人为活动影响研究. *土壤*, 2004, 36(2): 203-207.
- [36] 王文华, 王淑琴, 徐维并, 等. 北京昆明湖底泥中有机物的表征. *环境科学学报*, 1995, 15(2): 178-185.
- [37] 王晶, 包维楷, 何丙辉. 旅游活动对九寨沟地表径流氮磷流失的影响研究. *生态环境*, 2006, 15(2): 284-288.
- [38] 许宇慧, 唐亚, 张朝生. 四川省九寨沟景区道路灰尘及土壤重金属含量评价. *山地学报*, 2010, 28(3): 288-293.
- [39] 刘春艳, 李文军, 叶文虎. 自然保护区旅游的非污染生态影响评价. *中国环境科学*, 2001, 21(5): 399-403.
- [40] 陈戈. 旅游活动对水土流失的影响. *水土保持研究*, 2001, 8(2): 84-87.
- [41] 刘巧玲, 管东生. 旅游活动对自然景区的非污染生态影响. *生态学杂志*, 2005, 24(4): 443-447.
- [42] 席建超, 胡传东, 武国柱. 六盘山生态旅游区旅游步道对人类践踏干扰的响应研究. *自然资源学报*, 2008, 23(2): 275-284.
- [43] 武国柱, 席建超, 刘浩. 六盘山自然保护区不同类型植被对人类旅游干扰的响应. *资源科学*, 2008, 30(8): 1169-1175.
- [44] 钟林生, 柴江豪, 谢婷, 等. 旅游活动对黄石寨景区步道的的影响评估. *地理研究*, 2008, 27(5): 1071-1077.
- [45] 李永亮, 岳明, 杨永林. 旅游干扰对喀纳斯自然保护区植物群落的影响. *西北植物学报*, 2010, 30(4): 645-651.
- [46] 晋秀龙, 陆林, 巩劼, 等. 旅游活动对九华山风景区大型土壤动物群落影响. *地理研究*, 2011, 30(1): 103-114.
- [47] 谭周进, 肖启明, 杨海君, 等. 旅游对张家界国家森林公园土壤酶及微生物作用强度的影响. *自然资源学报*, 2006, 21(1): 133-138.
- [48] 谭周进, 戴素明, 谢桂先, 等. 旅游踩踏对土壤微生物生物量碳、氮、磷的影响. *环境科学学报*, 2006, 26(11): 1921-1925.
- [49] 谭周进, 肖启明, 祖智波. 旅游踩踏对张家界国家森林公园土壤微生物区系及活性的影响. *土壤学报*, 2007, 44(1): 184-187.
- [50] 杨海君, 杨成建, 肖启明. 旅游活动对张家界国家森林公园土壤酶活性与微生物分布的影响. *生态学杂志*, 2007, 26(5): 617-621.
- [51] 吕君, 刘丽梅, 陈田. 典型草原地区旅游发展对土壤环境的影响. *资源科学*, 2008, 30(6): 837-842.
- [52] 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. *生态学报*, 2008, 28(6): 2764-2772.

The Influence of Tourist Activities on Soil Environment: An Overview of Research Progress in China

LI Peng, PU Lijie, ZHANG Jinhe

(School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: As a large-scale prosperous industry, tourism has become more and more important in the world. At the same time, the problem of pollution and environment-wrecking have emerged with its development. As the most sensitive factor to disturbance, the soil, one of the significant parts of ecosystem, has a great impact on the stability of ecosystem and the health of environment. As mentioned above, the literature review is used in this paper. Firstly, the author illustrated three phases of researching process about the impact of tourist activity on soil environment, namely, the beginning stage, fast development stage and maturity stage. Secondly, the writer represented the different impacts of all tourist activities on the soil environment and summarized the characteristics of those literatures which have been published so far. Finally, the authors put forward some limitations as follows. (1) The rationality of the frame of reference in the papers that had been published should be reconsidered. (2) The content of research in this field should be extended; the researches about the impact of tourist waste on soil environment are still insufficient. (3) The limitation of these researches is that they are confined to locations in single beauty spot, while there are fewer studies of the impact of inter-regional tourism on soil environment, which make research lacking systematization. (4) The methods used in this field are relatively simple. The researches about spatio-temporal evolvments of soil environment under the influence of tourist activity are deficient. (5) The subject investigated is lack of diversity. The researches on ecological vulnerable areas such as wetland and tundra are insufficient. Considering the limitations above, the author put forward some prospects and development trends about this area so that it can help the research in future.

Key words: tourist activity; soil environment; influence; literature review; development trend

本文引用格式:

李鹏, 濮励杰, 章锦河. 旅游活动对土壤环境影响的国内研究进展. 地理科学进展, 2012, 31(8): 1097-1105.