

文章编号: 1000-5692(2006)02-0217-07

# 旅游活动对植被的影响研究综述

石强<sup>1</sup>, 廖科<sup>2</sup>, 钟林生<sup>3</sup>

(1. 深圳职业技术学院 旅游系, 广东 深圳 518055; 2. 中南林学院 资源与环境学院, 湖南 长沙 410004; 3. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘要:** 综述了 20 世纪 70 年代以来有关旅游活动对植被影响的研究文献, 指出旅游活动对植被的影响主要包括: 影响种子发芽及苗木的成活, 影响植物的生理及形态, 降低植物高度及阻碍成长, 影响植物的健康与活力, 影响开花及结实, 影响植物的更新和侵移, 影响植物种类的多样性和植物群落的结构。分析了旅游活动对植物影响效应的因子, 主要有: 植物的生活型、生境条件、演替阶段及适应性, 以及游客数量和游憩使用方式等。参 76

**关键词:** 旅游活动; 植被; 综述; 影响效应; 践踏; 冲击

**中图分类号:** S718.52      **文献标识码:** A

旅游活动对植物的影响已是当今旅游环境研究的重要内容, 国内外有许多专家学者进行了深入研究。Cole 最早提出野营、足迹对环境影响的观点, Dale 等<sup>[1]</sup>及 Liddld 等<sup>[2]</sup>从 20 世纪 70 年代便开始研究人类践踏对植被产生的影响, Weaver 等<sup>[3]</sup>研究了徒步旅行者等对植被的不同影响, Lonsdale 等<sup>[4]</sup>开展了旅游车辆对草种传播效应的研究, Laszlo 等<sup>[5]</sup>研究了旅游践踏对植被的影响, Caroline 等<sup>[6]</sup>发现旅游直接或间接地阻碍了植物种类和群落资源的保存, Witztum 等<sup>[7]</sup>运用高分辨率的多光谱图像法分析了旅游活动对沿海岸的鼠尾草属灌木的影响, Sonja 等<sup>[8]</sup>研究了滑雪便道对高山植被的影响。我国自 20 世纪 80 年代以来, 随着旅游业的发展, 也做了相当多的研究工作。刘鸿雁等<sup>[9]</sup>研究了不同程度的旅游干扰对毛黄栌 *Cotinus coggygria* 群落的影响, 高贤明等<sup>[10]</sup>就旅游对北京东灵山亚高山草甸物种多样性的影响进行了初步研究, 邓金阳等<sup>[11]</sup>以张家界国家森林公园为研究背景, 系统地开展了旅游者对自然旅游的环境影响评价研究, 石强等<sup>[12]</sup>调查分析了旅游活动对张家界国家森林公园植物生长发育、体内化学物质成分及林木树干伤害等方面的影响。这些研究对旅游地植被的保护和旅游地的可持续发展具有指导性的意义。

## 1 影响植被的旅游活动形式

游客在景区的活动多种多样, 在对植被产生影响的所有旅游活动中, 践踏、刻划<sup>[13~20]</sup>和交通工具<sup>[21, 22]</sup>是 3 种主要的形式。践踏一方面可对植物地上部分造成直接机械性伤害, 从而影响植物的生长; 另一方面, 通过影响土壤来间接影响植物的生长发育。所有这些影响又有交互作用, 从而加重了对植被的破坏, 严重时可导致植被种类组成和结构的改变, 甚至造成植被的消失。刻划则主要影响林

收稿日期: 2005-08-31; 修回日期: 2005-11-28

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30200040); 广东省“千百十工程”资助项目

作者简介: 石强, 副教授, 博士, 从事生态旅游开发与管理及环境影响评价等研究。E-mail: sq208@126.com

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

木的美观, 并可能导致病虫害危害。旅游车辆将当作植物种子传播的工具, 可能导致旅游地杂草横行。

## 2 衡量植被受到影响的指标

在过去的研究中, 研究人员常用植被覆盖率<sup>[13]</sup>、密度、生物量<sup>[23~25]</sup>、植被组成变化<sup>[29]</sup>、群落变异度指数<sup>[17,27~32]</sup>、树木伤害指数<sup>[33]</sup>及植被冲击指数<sup>[32]</sup>、优势度等指标来表达植被受到的影响。此外, 学者们还使用了其他一些指标来反映旅游活动对植物的影响, 如生长速度、高度、生长型、单株植物开花或分枝数目、叶面积<sup>[9,24,25,33,34]</sup>及重要值和频度<sup>[35]</sup>等。

## 3 旅游活动对植被的影响效应

### 3.1 影响种子发芽及苗木的成活

践踏使土壤变得紧实, 通透性大大降低, 种子发芽时幼芽和幼根的伸展就会受到抑制<sup>[36]</sup>。践踏也会将植物幼苗踩死而影响其成活, 可生存的幼苗数量随着土壤压实的增加而减少, 当3 cm厚度的土壤压实超过 $36 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 时, 幼苗没有生存的可能<sup>[37]</sup>。

### 3.2 影响植物的生理及形态

践踏导致植物受伤, 改变其生理代谢功能。在开花或顶芽发育阶段, 叶部受伤可使植株的光合作用受到明显的影响<sup>[38]</sup>, 可能导致植株生长缓慢, 不开花或根部碳水化合物贮存量减少, 使植株表现出与遭受病害或营养不良相似的症状, 在旅游活动负荷增大时还导致植物严重的根腐病和蛀孔<sup>[38,39]</sup>。

### 3.3 降低植物高度, 阻碍植物成长

受旅游活动影响的植株, 其高度较未受影响的植株降低许多<sup>[24,25,38,40]</sup>。刘濡渊<sup>[32,41]</sup>在中国台湾玉山国家公园八通关露营地的调查表明, 玉山箭竹 *Arundinaria nitakayamensis* 在严重冲击区、殃及区及缓冲区等3个不同冲击程度区的高度降低率分别为69.3%, 23.7%和4.5%。高贤明等<sup>[10]</sup>对不同时期的东灵山的亚高山草甸生活型谱进行比较, 结果表明随着旅游发展而迅速增长的马匹散牧已经对亚高山草甸群落外貌造成了严重的不良影响, 包括群落高度降低, 物种组成改变及植被盖度下降等。

### 3.4 影响植物的健康与活力

受冲击植物的活力及抗病虫能力减弱, 具有较高的死亡率。在经过200~500人次徒步者践踏后将会显著地减少有机落叶层覆盖, 松散落叶层的密度将随践踏的增强而增大<sup>[42]</sup>, 游道及营地上层树木的根系易受伤害, 降低树木的吸收能力, 使树木抗风能力减弱, 风倒的可能性增大<sup>[13,28,38,43,44]</sup>。

### 3.5 影响植物开花及结实

受旅游活动影响的植物的开花及结实会受到抑制或减少<sup>[2,40,43]</sup>。Hartley<sup>[38]</sup>在美国蒙大拿州冰河国家公园的调查显示, 经120人次践踏的样区, 植物开花量减少了63%, 经400人次践踏的样区, 开花数则减少了83%。Singer<sup>[46]</sup>对美国Mt. Rainier国家公园的羽扇豆 *Lupinus lepius* 及钟铃花 *Penstemon procerus* 成熟果实数量的调查显示: 所有样区植物结实量均少于对照区; 样区内2种植物均以7月中旬(第1次花序盛开)受到冲击的效果最明显, 说明发生冲击的时间是关键的因素。

### 3.6 影响植物的更新和侵移

受冲击地植物的更新能力降低, 组成常发生改变, 上层树木因苗木死亡而难以更新, 这就给侵移性较强的植物提供了机会, 导致冲击区新物种的入侵和定居, 甚至取代原有的植物<sup>[19]</sup>。管东生等<sup>[47]</sup>的研究发现, 马尾松 *Pinus massoniana* 群落下木和草本经常被修剪使更新无法进行, 上层乔木种类较少, 但下层植物, 尤其是草本植物并不少。这是由于旅游活动干扰, 外来植物入侵的结果。

### 3.7 影响植物种类的多样性

随旅游活动干扰的增加, 植物群落的种类组成趋向简单, 植物种类的多样性呈下降趋势<sup>[35,47,48]</sup>。管东生等<sup>[48]</sup>对广州城市公园森林植物研究结果表明, 旅游活动干扰严重的森林群落乔木层只有1~4种, 多样性指数为0~1.27, 而干扰较轻的乔木层种类有15~16种, 多样性指数为2.75~2.95, 两者差别较大。Sonja<sup>[8]</sup>在研究旅游滑雪胜地的生态系统影响时发现, 由于滑雪便道面积的扩大和人工雪使用的增多等原因, 导致与当地的自然结构和高山植被背离的现象, 使植物物种多样性降低。

### 3.8 影响植物群落的结构

植被在人为干扰后的恢复研究是群落和生态系统动态研究的热点<sup>[49]</sup>。旅游活动干扰对乔木层的盖度没有什么影响,但对草本层和灌木层影响较为明显,受影响最大的是灌木层<sup>[3, 47, 48]</sup>。这与灌木容易受践踏而又难于恢复的特性有关。David 等<sup>[50]</sup>在苏格兰的 Caingom 山脉调查了旅游践踏对 3 种植被类型(草地、低矮灌木和地衣)的损害,践踏逐渐破坏植物群落的结构,致使植被的失水率的增加,其中草原群落的植被最具有恢复力<sup>[50]</sup>。通常情况下,斜坡上的植被受的破坏比水平地面上的严重。

## 4 影响植被受冲击的因子分析

### 4.1 生活型、生长型及种的抵抗力

Speight<sup>[51]</sup>通过对旅游地受冲击植物的生活型、生长型及其与践踏效应之间关系的研究,发现耐踏植物一般具备如下一些特征:体形小,低矮非直立,丛生,匍匐性,放射状根生叶,地面芽或 1 年生生活型,遇不良环境可缩短生活周期,具刺,营养器官柔软具弹性而不脆弱,养分吸收及繁殖能力强,花小,根花距小;种子小而硬,成熟期短,单株结实量大,种子散布力强或具营养繁殖习性等。事实上没有任何一种植物能具备以上所有特征。但凡拥有上述特征越多的植物,其耐踏力就越强,受冲击的恢复及侵移能力也越强。Cole 等<sup>[52]</sup>的研究发现,植物的抵抗力主要由体尺、结构、坚韧的或柔韧性的气生组织决定;恢复力是由所处位置的状况、坚韧的分生组织和再生组织的生长率决定。据 Jennie<sup>[53]</sup>在澳大利亚 Western Tasmania 调查所知,植物形态是其抵抗力和恢复力的决定因素,直立的木本灌木和高的禾草状丛生草对于忍受践踏的伤害是十分脆弱的。在森林内,以木本,匍匐茎,具地下顶芽、硬叶,生长在干燥、硬土环境下的植物,其耐踏力较强。而植株高大,叶薄而软,直立脆弱,或属完全草本,或仅具极短木质茎,顶芽暴露,生长期与旅游期相同,湿生的植物易受践踏危害<sup>[25, 39, 54]</sup>。对草本植物而言,禾草类远比其他生长型的植物更耐践踏<sup>[31, 55, 56]</sup>,草本植物比森林植物抗性至少大 3 倍。

### 4.2 不同生境对植被类型的影响

不同的环境条件如海拔、土壤、光照、湿度等也会对植被的冲击效果产生影响<sup>[1]</sup>。在同样的游憩强度下,高山植物较之高山植物更易受到伤害;随着海拔上升,植被受冲击的程度也加重<sup>[32]</sup>;草原上的禾草较之森林中的阔叶草本和灌木更耐践踏<sup>[1, 31, 52, 57]</sup>;生长在贫瘠土壤上的植物较之生长在肥沃土壤上的植物更易受到践踏的伤害<sup>[58]</sup>;潮湿生境中的植物比干燥环境中的植物对践踏更敏感<sup>[59]</sup>;同种植物长在坡地比在平地更易受冲击,而在同一坡地上,下边坡植物较上边坡植物所受冲击影响为大<sup>[1, 3, 41]</sup>;长在受光条件好的生境下的植物较长在荫蔽生境下的植物更耐践踏<sup>[27, 60, 61]</sup>;单纯种群植物较之混合种群植物对践踏冲击的敏感性更强<sup>[39]</sup>;处于演替初期的植物受外界干扰的影响较处于演替后期的植物显著<sup>[62]</sup>;植物的初级生产力越高,耐踏能力就越强<sup>[63]</sup>。

### 4.3 旅游使用量的影响

植被的损伤程度和旅客来访的频率是有关系的。距娱乐设施 100~200 m 的森林植被所受到的伤害最大,50 m 内几乎没有有什么伤害<sup>[64]</sup>。众多研究结果都表明,使用量与植被消失之间呈非对称曲线关系。有关游憩使用量与植被冲击效应之间的关系存在如下几点结论:在很低的使用压力下,使用量与地被植物的改变速率有密切关系;在较高的使用压力下,植被消失的速率呈缓慢增加的趋势,但其差异并不大;在脆弱生境及低使用强度下,植被覆盖消失量随使用量增加而快速上升,但达到一定程度后,即使使用量明显增加,植被的消失量增幅也不大;而在抵抗力较强的环境中,在低度使用压力下,植被消失呈持续慢速增长的变化趋势,到一定阶段后才逐渐减弱<sup>[31, 33, 34]</sup>。Aleksiev<sup>[65]</sup>对同一公园内年平均旅游使用量分别是 22.1, 9.9 和 7.5 万人次的 3 个不同地点 70~120 年生林木的生长进行了调查,发现其半径连年平均生长量分别为 1.26, 1.75 和 2.26 mm,表明不同强度的旅游活动使用量影响了林木的生长。一项关于游客对植被影响的研究显示<sup>[66]</sup>,在西班牙的 Castilla-La Mancha,游客最密集的景点的植被覆盖率比游客最少景点的覆盖率低了 90%,而当对早前游客最密集的景点进行限制进入后,经过 1 a 左右恢复,植被覆盖率上升了 57%。

#### 4.4 践踏强度和频度的影响

Singer<sup>[46]</sup>在美国 Mt. Ranier 国家公园高山湿草原的践踏试验结果显示,在每周 75 人次的践踏压力下,草原植被覆盖率在 3 周内降到了 50% 的控制值;每周仅 18 人次时,则需 8 周才会达到上述冲击效果。对于高负荷践踏量来说,不论是将践踏冲击平均分散在较长的时间,还是集中在极短的时间内,其结果相同。但当践踏量小时,频度则有影响。大多数情况下,一定量的践踏集中在短时间比分散在长时间所造成的损害更小<sup>[67]</sup>。Ikeda<sup>[68]</sup>证实,在践踏开始的头两年,随践踏频率增大,多年生植物种类的相对数量和相对覆盖度会随之增加,但是在接下来的时间里,没有发现这样的模式,这是因为多年生植物的生长优势因践踏率的减少而得到进一步增强。这表明,较高的践踏率只能在前几年内淘汰不耐践踏的植物种类。Cole<sup>[69]</sup>还对与践踏有关的鞋的类型和践踏者的质量做过实验,结果表明践踏者穿溶胶的长靴对植被覆盖的损失比穿跑鞋的大,践踏者的质量偏大(77 kg)相对较轻的践踏者(59 kg)将导致植被的高度明显的减小,践踏者的质量的不同不会影响植被覆盖度。

#### 4.5 不同旅游活动方式的影响

不同旅游活动对植被的影响不同<sup>[16 70]</sup>。一般情况下,负重旅行较徒步旅行的冲击大;露营活动对植物的破坏较徒步旅行严重<sup>[67]</sup>;驮蓄的冲击力远大于徒步和负重旅行<sup>[71]</sup>,并带来许多外来植物<sup>[71, 73]</sup>;大型团体集中露营较分散露营的冲击程度大<sup>[74]</sup>。而就冲击幅度而言,小面积密集使用比无限制大面积分散使用的冲击幅度小。新兴的旅游活动如攀登会对植物的密度和年龄结构产生影响<sup>[73]</sup>,高山滑雪则会破坏林地资源,伤害植物的根和树干<sup>[76]</sup>。

#### 4.6 其他影响因子

除了以上因子外,气候条件及管理水平等也会改变旅游对植被的影响。如雨水长期冲刷可带走土粒及土中的营养物质,土壤因此而变得瘠薄,不利于植物的生长;大风或大雪可导致因游憩而松动了的树木折断或倒伏;烈日易将踩伤植物晒死;游道设计不合理常导致游客“另辟新径”;营火管理失控可烧毁大片森林等。

### 5 结语

综上所述,旅游活动对旅游地环境的影响几乎是不可避免的,尤以对植物的影响最为显著。在大多数情况下,旅游活动容易造成植物气生的和地下部分的机械伤害,从而影响植物的生长。

旅游活动对植被的影响是旅游地关注最多的一个问题,同时由于植被生态学过程的复杂性,决定其研究过程具有相当的难度。随着中国旅游业的进一步发展,旅游活动对植被的影响研究将继续成为旅游研究的重要方面。今后的研究重点应主要集中在旅游活动量与植被影响间的相关分析(定量分析)、植被影响的时间型态、环境敏感地区的植被影响、植物群落对旅游干扰的抵抗力、忍耐力和恢复力,外来植物入侵对旅游地的影响等方面。

#### 参考文献:

- [1] DALE D, WEAVER T. Trampling effects on vegetation of the trail corridors of North Rocky Mountain Forest [J]. *J Appl Ecol*, 1974, 11 (6): 767-772.
- [2] LIDDLE M J, GRIEG-SMITH P. A survey of tracks and paths in a sand dune ecosystem (I) soils (II) vegetation [J]. *J Appl Ecol*, 1975, 12 (8): 251-255.
- [3] WEAVER T, DALE D. Trampling effects of hikers, motorcycles and horses in meadows and forests [J]. *J Appl Ecol*, 1978, 15 (2): 451-457.
- [4] LONSDALE W M, LANE A M. Tourist vehicles as vectors of weed seeds in Kakadu National Park, Northern Australia [J]. *Biol Conserv*, 1994, 69 (3): 277-283.
- [5] LASZLO N. Monitoring vegetation change caused by trampling: a study in the Cairngorms, Scotland [J]. *Bot J Scot*, 2002, 54 (2): 191-208.
- [6] CAROLINE K L, CATHERINE M. Impacts of tourism on threatened plant taxa and communities in Australia [J]. *Ecol Manage Restor*, 2003, 4 (1): 37-45.

- [ 7 ] WITZTUM E R, STOW D A. Analysing direct impacts of recreation activity on coastal sage scrub habitat with very high resolution multi-spectral imagery [ J ]. *Int J Remote Sens*, 2004, **25** (17): 3 477—3 497.
- [ 8 ] SONJA W, CHRISTIAN R, MARKUS F. Effects of ski piste preparation on alpine vegetation [ J ]. *Appl Ecol*, 2005, **42** (2): 306—317.
- [ 9 ] 刘鸿雁, 张金海. 旅游干扰对香山黄栌林的影响研究 [ J ]. *植物生态学报*, 1997, **21** (2): 191—196.
- [ 10 ] 高贤明, 马克明, 陈灵芝, 等. 旅游对北京东灵山亚高山草甸物种多样性影响的初步研究 [ J ]. *生物多样性*, 2002, **10** (2): 189—195.
- [ 11 ] DENG J Y, SHI Q, GORDON J. Walker, assessment on and perception of vistors environmental impacts of nature tourism; a case study of Zhangjiajie National Forest Park, China [ J ]. *Sust Tourism*, 2003, **11** (6): 529—548.
- [ 12 ] 石强, 钟林生, 汪晓菲. 旅游活动对张家界国家森林公园植物的影响 [ J ]. *植物生态学报*, 2004, **28** (1): 107—113.
- [ 13 ] COLE D N. Vegetation changes associated with recreational use and fire suppression in the Eagle Cap Wildness [ J ]. *Biol Conserv*, 1981, **20**: 247—270.
- [ 14 ] WILLARD B, MARR J. *Comparison of Surface Impact by Hiking and Horseback Riding in the Great Smoky Mountain National Park* [ R ]. Gatlinburg: USDI National Park Service, Uplands Field Research Laboratory, 1970.
- [ 15 ] WALL G, WRIGHT C. *The Environmental Impact of Outdoor Recreation* [ R ]. Waterloo: University of Waterloo, 1977.
- [ 16 ] KUSS F R, GRAEFE A R. Effects of recreation trampling on natural area vegetation [ J ]. *J Leisure Res*, 1985, **17** (3): 165—183.
- [ 17 ] 陈昭明, 苏鸿杰, 胡弘道. 风景区游客容纳量之调查与研究 [ R ]. 台北: 台湾大学森林研究所, 1989.
- [ 18 ] KUSS F R, HALL C N. Ground flora trampling studies five years after dosurer [ J ]. *Environ*, 1991, **15** (5): 715—727.
- [ 19 ] 刘濡渊. 户外游憩地天然植群之冲击 [ J ]. *中华林学季刊*, 1996, **29** (2): 35—58.
- [ 20 ] ROS M, GARCIA C, HERNANDEZ T. Short-tem effects of human trampling on vegetation and soil microbial activity [ J ]. *Cammun Sci Sci Plant Analy*, 2004, **35** (11/12): 1 591—1 604.
- [ 21 ] INGELOG T, OLSSON M T, BODVARSSON H. *Effects of Long-tem Trampling and Vehicle Driving on Soil, Vegetation and Some Soli Animals in an Old Scots Pine Stand in Central Sweden* [ R ]. Vienna: Rapportier och Uppsatser, 1977.
- [ 22 ] LONSDALE W M, LANE A M. Tourit vehicles as vectors of weed seeds in Kakadu National Park, Northern Australia [ J ]. *Bio Conserv*, 1994, **69** (3): 277—283.
- [ 23 ] SUN D. Effects of plant age on tolerance of two grasses to simulated trampling [ J ]. *Aust J Ecol*, 1990, **16**: 183—188.
- [ 24 ] SUN D, LIDDLE M J. A survey of trampling effects on vegetation and soil in eight tropical and subtropical sites [ J ]. *Environ Manage*, 1993, **17** (4): 497—510.
- [ 25 ] SUN D, LIDDLE M J. Plant Morphological characteristics and Resistance to simulated trampling [ J ]. *Environ Manage*, 1993, **17** (4): 612—626.
- [ 26 ] GADDY L, KOHLSAAT T L. Recreational impact on the natural vegetation, avifauna, and hepetofauna of four south Carolina barrier islands [ J ]. *Nat Area J*, 1987, **7** (2): 55—64.
- [ 27 ] COLE D N. Estimating the impact of hikers on vegetaion; an application of analytical research methods [ M ] // DALE D, WEAVER T. *Proceeding Recreational Impact on Wildlands, Pacific Northwest Region, Seattle*. Washington: USDA Forest Service, 1979: 71—78.
- [ 28 ] MARION J L. *Ecological Changes Resulting from Recreational Use; a Study of Backcountry Campsites in the Boundary Waters Canoe Area Wilderness* [ D ]. Minnesota: University of Minnesota, 1984.
- [ 29 ] COLE D N. *Monitoring the Condition of Wilderness Campsite* [ R ]. Washington: USDA Forest Service Research, 1983.
- [ 30 ] 王相华. 游乐活动对天然植被之影响及其经营计划体系 [ D ]. 台北: 台湾大学森林研究所, 1988.
- [ 31 ] 刘濡渊. 游客践踏对塔塔加地区植群冲击之研究 [ J ]. *台湾大学实验林研究报告季刊*, 1992, **6** (4): 1—40.
- [ 32 ] 刘濡渊. 践踏对玉山国家公园高山植群冲击之研究 [ D ]. 台北: 台湾大学森林研究所, 1993.
- [ 33 ] HAMMITT W E, COLE D N. *Wildland Recreation-ecology and Management* [ M ]. New York: John Wily and Sons, 1987: 245.
- [ 34 ] COLE D N. Research on soil and vegetation in wildness; a state-of-knowledge review [ C ] // LUCAS R C. (compiler) *Proceedings-national Wilness Research Conference*. Washington: USDA Forest Service Intermountain Research Station, 1985: 135—177.

- [35] 程占红, 张金屯, 张峰. 不同旅游干扰下草甸种群生态优势度的差异[J]. 西北植物学报, 2004, 24(8): 1476—1479.
- [36] MARSHALL T J, HOLMES J W. *Soil Physics* [M]. London: Cambridge University Press, 1979: 16—24.
- [37] RIEPASAS E, URBAITIS G. Impact of some ecological factors on natural regeneration of recreational Scots pine stands [J]. *Bal For*, 1996, 2(2): 9—15.
- [38] HARTLEY E A. *Man's Effects on the Stability of Alpine and Subalpine Vegetation in Glacier National Park, Montana* [D]. Durham North Carolina: Duke University, 1976.
- [39] HOLMES D O, DOBSON H E. *Ecological Carrying Capacity Research* [R]. Springfield: US Department of Commerce, National Technical Information Service, 1976: 28—31.
- [40] BURDON R F, RANDERSON P F. Quantitative studies of the effects of human trampling on vegetation as an aid to the management of semi-natural areas [J]. *J Appl Ecol*, 1972, 9(5): 439—457.
- [41] 刘濡渊. 游憩对八通关地区植群冲击之研究[J]. 台湾大学实验林研究报告季刊, 1993, 7(1): 1—32.
- [42] TALBOT L M, TURTON S M. Trampling resistance of tropical rainforest soils and vegetation in the wet tropics of north east Australia [J]. *J Environ Manage*, 2003, 69(1): 63—70.
- [43] FRISSELL S S. Judging recreation impact on wilderness campsite [J]. *J For*, 1978, 76: 481—483.
- [44] COLE D N. *Ecological Changes on Campsites in the Eagle Cap Wilderness* [R]. Ogden: USDA Forest Service, 1986.
- [45] BAYFIELD N G. A simple method for detecting variations in walker pressure lateally across trails [J]. *J Appl Ecol*, 1971, 8(6): 533—536.
- [46] SINGER S W. *Vegetation response to single and repeated walking stresses in an alpine ecosystem* [D]. New Brunswick: Rutgers University, 1971.
- [47] 管东生, 丁健, 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[J]. 中国环境科学, 2000, 20(3): 277—280.
- [48] 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[J]. 环境科学, 1999, 6(20): 6—9.
- [49] 陈世品. 福建青冈林恢复过程中植物物种多样性的变化[J]. 浙江林学院学报, 2004, 21(3): 258—262.
- [50] DAVID S, BAYFIELD N, GERNUSEA G A. Use of a weighing lysimeter system to assess the effects of trampling on evapotranspiration of montane plant communities [J]. *Can J Bot*, 2002, 80(6): 675—684.
- [51] SPEIGHT M C. *Outdoor Recreation and its Ecological Effects* [R]. London: Oxford University, 1973: 145—168.
- [52] COLE D N, TRULL S J. Quantifying vegetation response to recreational disturbance in the north Cascades, Washington [J]. *Northw Sci*, 1992, 66(4): 229—236.
- [53] JENNIE W. Impacts after four years of experimental trampling on alpine/sub-alpine environments in western Tasmania [J]. *J Environ Manage*, 2003, 67(4): 339—352.
- [54] COLE D N. *Recreation Trampling Effects on Six Habitat Type in Western Montana* [R]. Ogden: USDA Forest Service, Intermountain Research Station, 1985.
- [55] KELLONAKI S. Ground-cover response to trampling in a spruce stand of myrtillus type [J]. *Silva Fennica*, 1973, 7(2): 96—113.
- [56] LESCO G. *Impact Study and Management Recommendations for Primitive Campgrounds in the Sunshine-Egypt Lake Area, Banff National Park* [R]. Edmonton: Northern For Res Center Infor Report, 1975.
- [57] ROOVERS P, VERHEYEN K, HEMMY M. Experimental trampling and vegetation recovery in some forest and heathland communities [J]. *Appl Veg Sci*, 2004, 7(1): 111—119.
- [58] DOTZENKO A D, PAPAMICHOS N T, ROMINME D S. Effects of recreational use on soil and moisture conditions in Rocky Mountain National Park [J]. *J Soil Water Conserv*, 1967, 22: 196—197.
- [59] PRICE M F. Management planning in the Sunshine Area of Canada Banff National Parks [J]. *Parks*, 1983, 7: 6—10.
- [60] DAUBENMIRE R F. *Plant and Environment* [M]. New York: John Wiley & Sons, 1974: 292—302.
- [61] SCHREINER E S, MOORHEAD B B. Human impact studies in Olympic National Park Backcountry [M] // COLE D N. *Proceedings-Symposium on Terrestrial and Aquatic Ecological Studies on the Northwest*. Washington: East Washington College, 1976: 59—66.
- [62] ODUM E P. *Fundamental of Ecology* [M]. Philadelphia: W B Saunders Company, 1971: 134—156.
- [63] GOLDSMITH F B. *Ecological effects of visitors of countryside* [M] // GOLDSMITH F B. *Conservation in Practice*. London:

Wiley, 1974: 217—232.

- [ 64 ] OLSAUSKAS A. Influence of recreation on the plant associations in the Ginliai forest [ J ] . *Ekologija*, 1996, **4**: 63—72.
- [ 65 ] ALEKSEEV A S, TIKHONOV S V, SHCHERBAKOV A V. Radial increment of *Picea abies* stands under the influence of recreational pressure [ J ] . *Botanicheski-Zhurnal*, 1992, **77** (10): 47—53.
- [ 66 ] ANDRÉS-ABELLÁN M, DEL ALAMO J B, LANDETE-CASTILLEJOS T. Impacts of visitors on soil and vegetation of the recreational area “Nacimiento del Río Mundo” (Castilla-La Mancha, Spain) [ J ] . *Environ Monit Assess*, 2005, **101** (1—3): 55—67.
- [ 67 ] LANDALS M, SCOTTER G W. *Visitor Impact on Meadows Near Lake O Hara, Yoho National Park* [ R ] . Edmonton: Canadian Wildlife Service, 1973: 65—88.
- [ 68 ] IKEDA H. Testing the intermediate disturbance hypothesis on species diversity in herbaceous plant communities along a human trampling gradient using a 4-year experiment in an old-field [ J ] . *Ecol Res*, 2003, **18** (2): 185—198.
- [ 69 ] COLE D N. *Recreational Trampling Experiments; Effects of Trampler Weight and Shoe Type* [ R ] . Washington: USDA Forest Service, 1995.
- [ 70 ] KUSS F R, GRAEFE A R, LOOMIS L. Plant and soil response to wilderness recreation: a synthesis of previous research [ C ] //LUCUS R C. *Proceedings-National Wilderness Research Conference*. Udden: International Research Station, 1986: 129—147.
- [ 71 ] COLF D N, SPILDIF D R. Hiker, horse and llama trampling effects on native vegetation in Montana, USA [ J ] . *J Environ Manage*, 1998, **53** (1): 61—71.
- [ 72 ] WHITTAKER P L. *Comparison of Surface Impact by Hiking and Horseback Riding in the Great Smoky Mountain National Park* [ R ] . Tennessee: USDI National Park Service, Uplands Field Research Laboratory, 1978.
- [ 73 ] 刘鸿雁, 崔海亭, 张金海. 旅游开发对东灵山亚高山草甸的影响 [ J ] . *生态学杂志*, 1998, **17** (3): 63—66.
- [ 74 ] BRATTON S P, HICKLER M G, GRAVES J H. Visitor impact on backcountry campsites in the Great Smokey Mountains [ J ] . *Environ Manage*, 1978, **2** (5): 431—442.
- [ 75 ] KELLY P E, LARSON D W. Effect of rock climbing on populations of presettlement eastern white cedar (*Thuja occidentalis*) on cliffs of the Niagara Escarpment, Canada [ J ] . *Conserv Biol*, 1997, **11** (5): 1 125—1 132.
- [ 76 ] INTERSTOISSER H. Effects on forests of alpine skiing [ J ] . *Forderungsdienst*, 1987, **35** (7): 186—195.

## A review of the effects of tourists' activities on vegetation

SHI Qiang<sup>1</sup>, LIAO Ke<sup>2</sup>, ZHONG Lin-sheng<sup>3</sup>

(1. Department of Tourism, Shenzhen Polytechnic, Shenzhen 518055, Guangdong, China; 2. College of Resources and Environment, Central South Forestry University, Changsha 410004, Hunan, China; 3. Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

**Abstract:** The research literatures on the effects of tourists' activities on vegetation since the 1970s were reviewed. It was concluded that tourists' activities might lead to vegetation's poor seed germination and difficult survival, poor physiology and shape, lower height and stunt, poor health and energy, late blooming and fruiting, bad renewal and transfer, less varieties, bad floristic diversity and bad flora structure. On the basis of the above influences, it was found that the factors affecting the vegetation included the habitat conditions, succession stages, adaptability, number of tourists, way of use and etc. [ Ch, 76 ref.]

**Key words:** tourists' activities; vegetation; review; influential effect; trample; impact