

芦芽山自然保护区旅游开发与植被环境的关系 I. 植被环境质量分析

程占红¹, 张金屯¹, 上官铁梁¹, 张 峰²

(1. 山西大学黄土高原研究所, 太原 030006; 2. 中国科学院植物研究所, 北京 100093)

摘要:采用敏感水平、群落景观重要值、物种多样性信息指数等一系列评价指标,探讨了芦芽山自然保护区旅游开发与植被生态环境的关系。通过一系列评价指标分析,结果表明:保护站~冰口凹段,敏感水平不断增大,景观重要值不断减小;冰口凹到 2420 m 段,敏感水平开始逐步减小,景观重要值则不断上升;2420~2580m 段,敏感水平又开始逐步回升,景观重要值则又迅速下降。物种多样性信息指数随着海拔的不断上升,呈一条波动且渐趋上升的曲线。但阴生种比值不能很好地反映生态环境质量的优劣。这些指标的变化趋势和其相互关系相吻合,且与植被现状大体一致,反映了整个自然保护区植物群落的旅游价值及其生态环境质量。同时,距游径的水平距离对植物群落及其景观特征的影响也较为明显。研究结果较好地反映了芦芽山旅游开发现状,与实际状况大致吻合,说明这一方法是可行的。

关键词:芦芽山;敏感水平;群落景观重要值;物种多样性信息指数;阴生种比值

Relationship Between Tourism Development and Vegetation Environment in Luya Mountain Nature Reserve I. Quality Analysis of Vegetation Environment

CHENG Zhan-Hong¹, ZHANG Jin-Tun¹, SHANGGUAN Tie-Liang¹, ZHANG Feng²

(1. *Institute of Loess Plateau, Shanxi University, Taiyuan, 030006 China*; 2. *Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100093 China*). *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(10): 1765~1773.

Abstract: Ecotourism gives nature reserves a new opportunity, but confronts them a serious danger. Nature reserves are often surrounded by the contradiction between resource protection and tourism development. Vegetation landscapes are not only important scenic resources, but also levers of harmonizing their ecological balance. So it is important to study the relationship between tourism and vegetation environment in nature reserves. This relationship is analyzed in Luya Mountain Nature Reserve (LMNR) in this paper. By this study, we can seek after the rule of tourism development on vegetation environment, and evaluate its ecological quality, with which we guide tourism industry.

LMNR, situated at N 38°36'~39°02', E 111°46'~112°54', is the highest peak of Guanqin Mountain range in Shanxi province. It is in warm temperate and mid-humid zone, with obvious continental climate. LMNR protects cold temperate forest vegetation types, and is the origin of Fen River. There are much ecotourism resources in LMNR, and ecotourism has started in 1990s. Nowadays tourists are going on increasing rapidly.

Based on elevation and sensitive level of tourist vegetation landscapes, some samples were taken from different zones and horizontal distances along the tourist road of Gangoutan reserve station-Bingkouao-Taizi temple in Luya Mountain in 1999. 2~4 samples were taken randomly on each sampling zone. There were 7 sampling zones and 20 samples in total. In each sample, elevation, slope, aspect, tourist road width, tourists' number at the scenery nearby and the horizontal distance from tourist road were recorded.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30070140);山西省自然科学基金资助项目(991100)

收稿日期:2001-11-15

作者简介:程占红(1972~),男,山西新绛人,博士生。主要从事生态旅游研究。E-mail:chengzhanhong@263.net

The coverage, height, abundance, and canopy diameter for each species were investigated.

Based on advanced experience, a series of evaluating indices such as sensitive level (*SL*), community landscape important value (*LIV*), information index of species diversity (*H'*) and negative species proportion (*NSP*) have been calculated in this paper. *SL* is the tourism frequency that tourists' number in certain scenery covers all tourists' number in all tourist regions. It not only reflects the attention of people toward the scenery, but also the degree of tourism development. *LIV* is the sum of relative species index, relative tree height index and relative canopy diameter index, and it reflects the tourist value and environmental quality of plant community. *H'* shows the richness and evenness of species, and it calculates by Shannon-Weaner formula. *NSP* is that negative species covers in the sample. It is fit for bleak and humid environment, and should show the impact of tourism activities on ecological environment.

The correlation between landscape characteristics of tourist vegetation and geographical factors in *LMNR* shows that physical environment has little effect on tourist vegetation landscape. *SL* adds up from 2020m and 2220m (Bingkouao), and fluctuates at 0.50~0.60 between 2220m and 2520m, and later starts to go up. *SL* is the most at Bingkouao, and the second around the top of mountain. As a whole, *SL* increases with elevation. As of *LIV*, there are three trend lines. Because of artifical forest and community people' activities, *LIV* decreases gradually from 2020m to 2220m. It increases step by step from 2220m to 2420m, where vegetation possesses the most tourist value and the best environment quality. Because of the more *SL* and serious physical environment, *LIV* also drops gradually from 2420m to 2580m. In addition, *LIV* is the least at Bingkouao, which is the center of tourism business. And it is the second around the top of mountain. *H'* tends to add up with elevation gradually despite some fluctuation. *H'* hasn't evident rule from 2020m to 2220m. If we exclude the influence of *H'* at the near distance at 2520m, *H'* increases gradually from 2220m to 2580m, and to the most around the top of mountain, which is perhaps the result of moderate disturbance. As a whole, abundance seems not to change with elevation, but richness does obviously. There is very evident correlation between *NSP* and elevation. As a result, it goes up with elevation though it fluctuates at 0.60 or so from 2320m to 2420m. However, it drops suddenly around the top of mountain. These show that *NSP* can't reflect the quality of ecological environment despite certain place such as Bingkouao and the top of mountain. In addition, horizontal distance from tourist path has evident effects on *SL*, *LIV* and *H'*. The farther the distance is from tourist path, the less the *SL* is, on the contrary, the more the *LIV* is. *H'* is the less at the near distance, the most at middle distance, steady relatively at far distance. *NSP* doesn't relate to the distance clearly. In a word, the change trends of these indices are accorded to their interrelationship, and the consequence is generally fit for the fact, which reflects tourist value and ecological environment quality of vegetation landscapes in *LMNR*. So this way is practical.

The relationship between tourism development and vegetation environment is a difficult topic. Aiming at this question, some studies are done with a case of *LMNR* in the paper. However, many studies still need to continue. Firstly, *LIV* needs to take other factors into account such as vision, aesthetics, and so on. Secondly, we should discuss how tourism influences the abundance, richness and diversity of species. Thirdly, as of *NSP*, we should continue long-term practice study.

Key words: Luya Mountain; sensitive level; community landscape important value; information index of species diversity; negative species proportion

文章编号:1000-0933(2002)10-1765-09 中图分类号:Q143.149 文献标识码:A

万方数据

在生态旅游日趋发展的今天,自然保护区以其优美的自然景观,提供了一个回归自然的好氛围,使其

显示了无尽的魅力,吸引了大批游客。生态旅游给自然保护区的发展赋予了新的机遇,但同时又使它面临着严峻挑战。这是因为,在生态旅游理论和机制还未完善的情况下,我国大多数自然保护区便已开展了生态旅游。尽管保护区一开始都是抱着一种积极的态度和良好的愿望,试图抓住机遇,通过旅游促进其发展,但随着旅游活动的不断展开,保护区的资源以及生态环境都不可避免地又面临着威胁,从而造成资源保护和旅游发展的矛盾,困扰着保护区发展^[1]。同时,自然保护区作为生物物种的天然贮存库,其许多潜在的价值仍期待人们进一步去研究和发掘。’99生态环境游的成功举办,对于启动我国生态旅游产品的开发具有重要的推动作用。

植被是—定地域各种自然要素相互作用的最直接表现。它能充分客观地反映其生态环境的质量优劣^[2]。自然保护区的植被景观不仅仅是其重要的风景资源,而且更是协调其生态平衡的杠杆所在。近年来,由于旅游活动的进行,自然保护区的自然环境不可避免地出现一定程度的波动干扰,从而大大减弱了植被景观的美学效益,形成视觉污染。旅游活动无疑也逐步将构成其生态失衡的一大潜伏因素。加强旅游与植被环境的研究,摸索其中规律,用以指导自然保护区的规划管理实践,具有一定的理论和现实意义。

许多学者曾在芦芽山作过多方面的研究工作,尤其是植被生态学方面的工作^[3~6]。但对该地区的旅游行为及其与植被环境关系的研究,还未见有过报道。本文则对此进行了初步探讨,以期解决该自然保护区资源环境保护和旅游发展的诸多矛盾,为制定合理的管理措施提供科学依据。

1 芦芽山地理及生态旅游概况

芦芽山自然保护区成立于1980年,1997年12月晋升为国家级自然保护区。芦芽山是管涔山的主峰,位于吕梁山北端,约38°36’N~39°02’N,111°46’E~112°54’E。面积21453 hm²,在行政区划上隶属于宁武县西马坊乡,跨宁武、五寨等县的部分地区。该区属暖温带半湿润区,具有明显的大陆性气候特点,夏季凉爽多雨,冬季寒冷干燥。年均气温5~8℃,1月份均温-8~-12℃,7月份均温20~25℃,年降水量350~500 mm,年蒸发量1800 mm,年均相对湿度50%~55%,无霜期130~170 d。

芦芽山具有丰富的生态旅游资源。地貌形态多样,生物资源十分丰富,气候、植被-土壤呈明显垂直变化。自20世纪90年代以来,芦芽山生态旅游也悄然兴起。伴随人们回归大自然的向往,游客量在不断增长。1998年达27500多人,1999年达36000多人,但具有明显的季节性,游客量主要集中于5~10月份。

芦芽山自然保护区主要保护褐马鸡和寒温性森林植被类型,而且保护区是汾河的发源地。保护区的合理建设,对于山西省干旱的黄土高原保持水土、涵养水源、调节气候,特别是保持汾河水量平稳,促进山西经济稳步协调发展,具有明显的生态效益。

2 研究方法

2.1 取样调查

1999年7月,在芦芽山自然保护区首先根据海拔和旅游景观敏感水平的不同,用样带和样地相结合的方法取样,在芦芽山南坡和西南坡,即沿干沟滩保护站(以下简称保护站)-冰口凹-太子殿旅游线路,大致以高差每隔100 m做一条样带,每条样带上又依据游径和距离带的不同,随机设置2~3个样地,每个样地面积10 m×10 m,共7条样带20个样地,基本上含盖了芦芽山的主要森林植被类型,也包括了其旅游开发不同程度的植被景观差异,能够充分客观地反映芦芽山旅游开发与植被环境的关系。

记录每个样地的海拔高度、坡度、坡向、游径宽度及与游径的水平距离,再测量每个样地植被层盖度及每个种的盖度和高度,乔木层还包括每个种的多度、胸径和冠幅,最后记录垃圾种类和数量、枯枝落叶层和腐殖层厚度、乔木死枝下高、树桩量、幼苗数量以及样地的其他环境状况等指标。至于敏感水平,是利用7月下旬共计10 d,记录每天每条样带上附近景区的游览人次和游客活动规律,最后统计而成。

坡向的原始记录是以朝东为起点(即为0°),顺时针旋转的角度表示。数据处理时采取每45°为一个区间的划分等级制的方法,以数字表示各等级:1表示北坡(247.5°~292.5°),2表示东北坡(292.5°~337.5°),3表示西北坡(202.5°~247.5°),4表示东坡(337.5°~22.5°),5表示西坡(157.5°~202.5°),6表示东南坡(22.5°~157.5°),7表示西南坡(112.5°~157.5°),8表示南坡(67.5°~112.5°)^[7]。

2.2 分析方法

根据国内外的先进成果和经验^[2,8,9],利用植被生态环境质量和景区质量管理相一致的观点,评价旅游开发与植被环境的关系。

植被生态环境质量是植被景观保持其美学特征的根本所在,它应以风景林景观和群落结构的稳定程度为尺度,评价指标有敏感水平、群落景观重要值、物种多样性信息指数和阴生种所占比值。这些评价指标能够充分地反映自然地理要素和旅游活动对其生态环境的作用程度,其含义和计量如下:

(1) 敏感水平(Sensitive level, 简称为 SL) 是指公众和社会对风景景色的关注,其值采用游览频率,这样同时反映了该景区旅游开发的程度水平。即: $SL = \text{某景点游览人次} / \text{进入游览区总人次}$ ^[8,9]。由于本区以旅游植被景观为主,所以敏感水平愈高,说明该景点植被景观旅游价值愈大,但长时间过高的敏感水平,则会造成植被景观破坏而丧失其旅游价值。

(2) 群落景观重要值(Community landscape importance value, 简称为 LIV) 是以物种多样化、群落结构和美学因素来反映植物群落的旅游价值和环境质量。群落景观重要值越大,说明该群落的旅游价值越大,其生态环境越好。在借鉴以往学者对景观重要值研究的基础上^[2,9],结合该研究区为温带的实际问题,对此加以修改。群落内异常丰富和千姿百态的物种是其是否具有旅游美学价值的基本生态因子,无疑物种量应成为计量 LIV 的首要因素。其次,相对灌木和草本而言,乔木是群落的主要建群种,乔木层是群落的主要层次,不仅其生物学形态构成景观美学的主要特征,而且其本身为人类提供生态旅游如森林浴、摄影写生等诸多形式的场所,成为吸引游客的又一主要生态因子,因此乔木的某些生物特性也成为评价因子。因而其计算方法为: $LIV = X_s + X_h + X_w$,式中 LIV 为景观重要值, X_s 为相对物种系数(Relative species index) = 样地物种数/景区总种数(根据调查记录共 99 种); X_h 为相对树高系数(Relative tree height index) = 样地平均树高/最高树高; X_w 为乔木相对冠幅系数(Relative canopy diameter index) = 乔木平均冠幅/最大冠幅。

(3) 物种多样性信息指数(Information index of species diversity, 简称为 H') 表示物种的丰富程度和各物种组成的均匀性程度^[10,11]。一般而言,信息指数愈大,表示物种多样性愈大,生态环境质量愈好。其计算公式是: $H' = - \sum (P_i \ln P_i)$,式中 $i = 1, 2, \dots, S$ 为物种总数, P_i 为第 i 个种的盖度比例,即 $P_i = N_i / N_0$, N_i 为第 i 个种的盖度, N_0 为所有种的盖度之和。

(4) 阴生种比值(Negative species proportion, 简称 NSP) 指样地中耐阴植物种类所占的比例。耐阴植物适于低温阴湿的环境,其环境敏感性大,即环境的微弱变化即可引起耐阴植物的变化。阴生种比值愈大,表明群落所依存的生态环境质量愈佳。

3 结果与讨论

通过植被景观特征与地理因子的相关分析可知,相对于人文地理因子(即旅游活动)而言,自然环境对它们的作用相对较小。这说明旅游活动是造成各样地之间植被生态环境差异的主要原因,它们作为衡量旅游开发程度的指标是可取的^[12]。因而进一步对植被生态环境质量进行以下评价。

表 1 是芦芽山植被景观评价分析表。表中样地 1~4 为干沟滩保护站(下面简称保护站)到冰口凹旅游路线上的植物群落,样地 5~20 则为冰口凹到太子殿旅游路线上的植物群落。各样地的环境状况和植被景观特征如表所示。调查区海拔 2020~2580 m,垂直高差近 600 m,包容了芦芽山主要植被景观,根据距游径的水平距离不同而取样,水平距离达 70 m,能够充分反映旅游开发影响植被景观的真实面目。

3.1 敏感水平

首先看敏感水平的变化,由表 1 可知,随着海拔的不断升高,它不断增大。由保护站(海拔 2020m)的 0.10 左右,上升到冰口凹(海拔 2220 m)的 0.70~0.90 左右,此处敏感水平达到了最大峰值。随后,它有所减小,在海拔 2220~2520m 地段平均敏感水平在 0.50~0.60 之间波动,到 2520 m 处又开始逐步回升,某些地段敏感水平达到了 0.85 左右。总体上敏感水平保持一个不断增长的趋势(图 1)。

敏感水平的大小,反映了游客对植被景观的关注。保护站-冰口凹段的低敏感水平,说明该地段植被景观并没有太多吸引游客的青睐,游览频率低,原因在于该地段植被多为人工林,其旅游价值远小于冰口凹-太子殿段。冰口凹地势平缓,三面环山,海拔适中,处于向阳地带,游客在此既可仰视三面环山的植被景

表 1 芦芽山植被景观评价分析

Table 1 Vegetation landscape evaluation analysis in Luya Mountain																
样地 Q	海拔 E	坡度 S	坡向 AS	路宽 RW	距离 LD	敏感 水平 SL	物种数 SP	平均 树高 TH	乔木平 均冠幅 CD	相对物 种系数 RSI	相对树 高系数 RTHI	相对冠 幅系数 RCDI	景观重 要值 LIV	信息 指数 H'	阴生 种数 N	阴生种 比值 NSP
1	2020	8	6	2	10	0.10	14	11.00	5.33	0.14	0.44	0.59	1.17	1.42	2	0.14
2	2020	10	2	2	25	0.08	16	13.00	6.00	0.16	0.52	0.67	1.35	1.68	4	0.25
3	2150	35	3	5	2	0.36	27	11.45	4.38	0.27	0.46	0.49	1.22	2.12	10	0.37
4	2150	30	3	5	5	0.32	17	12.60	3.60	0.17	0.50	0.40	1.07	1.52	6	0.35
5	2215	10	5	11	0	0.95	12	8.00	2.33	0.12	0.32	0.26	0.70	0.80	6	0.50
6	2220	20	7	4	12	0.72	11	15.86	2.21	0.11	0.63	0.25	0.99	1.29	4	0.36
7	2220	30	8	4	40	0.52	20	14.83	2.67	0.20	0.59	0.30	1.09	1.62	10	0.50
8	2220	15	5	4	5	0.91	16	14.89	3.28	0.16	0.60	0.36	1.12	1.23	9	0.56
9	2220	20	5	4	40	0.15	23	14.78	5.07	0.23	0.59	0.56	1.39	1.69	8	0.33
10	2320	15	5	4	4	0.76	18	14.38	3.92	0.18	0.57	0.44	1.20	1.87	13	0.72
11	2320	8	7	4	8	0.63	23	12.09	4.52	0.23	0.48	0.50	1.21	1.96	12	0.52
12	2320	5	3	4	20	0.34	16	15.67	4.17	0.16	0.63	0.46	1.25	1.51	11	0.69
13	2420	10	7	12	10	0.67	11	14.75	4.67	0.11	0.59	0.52	1.22	1.83	6	0.55
14	2420	15	5	12	1	0.78	17	13.68	4.38	0.17	0.55	0.49	1.21	1.54	10	0.59
15	2420	15	3	12	15	0.41	16	14.67	6.83	0.16	0.59	0.76	1.51	1.78	10	0.63
16	2520	15	5	12	2	0.81	13	14.50	3.63	0.13	0.58	0.40	1.11	1.23	8	0.62
17	2520	15	3	12	30	0.39	13	13.13	4.11	0.13	0.53	0.46	1.12	1.87	8	0.62
18	2520	15	3	12	70	0.19	16	12.50	4.25	0.16	0.50	0.47	1.13	1.77	11	0.69
19	2580	25	1	15	1	0.85	17	10.07	3.70	0.17	0.40	0.41	0.98	1.78	8	0.47
20	2580	15	7	15	15	0.43	12	8.55	4.55	0.12	0.34	0.51	0.97	1.89	4	0.33

Q 样地 Quadrat, E 海拔 Elevation, S 坡度 Slope, AS 坡向 Aspect, RW 路宽 Road width, LD 距离 Level distance, SL 敏感水平 Sensitive level, SP 物种数 Species number, TH 平均树高 Average tree height, CD 乔木平均冠幅 Average canopy diameter, RSI 相对物种系数 Relative species index, RTHI 相对树高系数 Relative tree height index, RCDI 相对冠幅系数 Relative canopy diameter index, LIV 景观重要值 Landscape importance value, H' 物种多样性信息指数 Information index of species diversity, N 阴生种数 Negative species number, NSP 阴生种比值 Negative species proportion

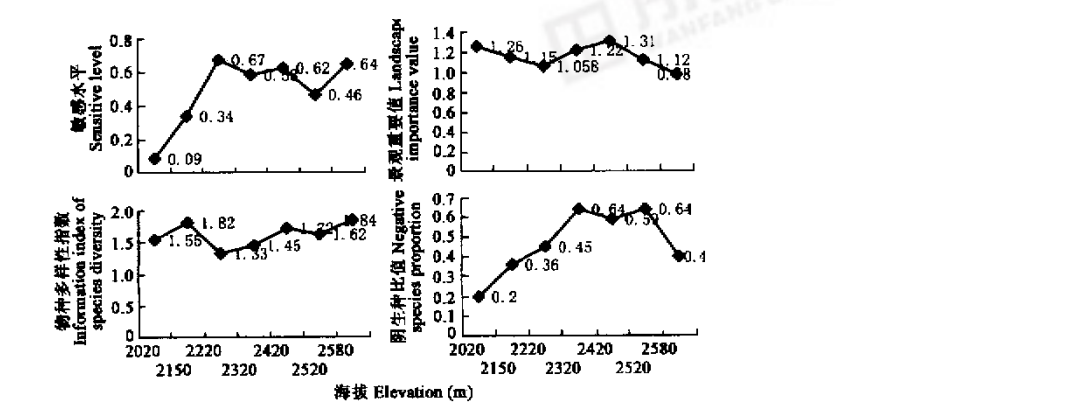


图 1 植被特征与海拔关系的趋势

Fig. 1 The correction change between vegetation characteristics and elevation

观,又可俯视碧绿的山谷,是保护区开发旅游的中心地带,同时,该区集中了大量的商业网摊,是游客商业购物、休息停留的好场所,故游览频率最高。冰口凹-太子殿垂直高差达 500 m 左右,该地段为天然次生林,

集中了白 (Picea meyeri) 和华北落叶松(Larix principis-rupprechtii)森林群落,植被生长良好,旅游价值大,是生态旅游的好场所。游客在爬山欣赏中,刚开始并不太在意植被的美学价值,随着游程的升高,未免中途停留片刻,领略大自然的野趣所在,这便致使周围景区的敏感水平开始回升。山顶有拳头景点太子殿,更有“芦芽”破土的雄姿,“一览众山小”的感觉更令人神往,故山顶附近的敏感水平又达一峰值($SL=0.85$),但低于冰口凹的峰值,这是因为在海拔 2520~2600 m 之间有另一条游径分散游客,可达到石佛寺和黄草梁。同时,游客量随海拔升高而有下降的趋势。

此外,每条样带上由于距游径水平距离的不同,其敏感水平也有所差异。由近距离到远距离,在 2220m 样带上,敏感水平从 0.91 减少到 0.15;在 2320m 样带上,敏感水平从 0.76 减到 0.34;在 2420m 样带上,敏感水平从 0.78 下降为 0.41;在 2520m 样带上,敏感水平从 0.81 降至 0.19。虽然敏感水平因距离的增加而有不同的变化幅度,但也可以证明,水平距离与敏感水平明显成反比关系,距离愈近,敏感水平愈高,反之,敏感水平愈低。

3.2 群落景观重要值

群落景观重要值不仅是植物群落生态学特性的反映,更是植被景观具有旅游价值的重要指标。图 1 是各样带景观重要值的平均值随海拔变化的趋势。首先可知景观重要值因海拔而呈一条波浪式的曲线,共有 3 条趋势线。保护站-冰口凹段和 2420~2580m 段群落景观重要值在不断减少,前者景观重要值从 1.26 减少为 1.05 左右,后者则由 1.31 下降至 0.97。而冰口凹到 2420 m 段植被景观重要值则不断上升,由 1.05 增加到 1.22,甚者 1.51。第二,保护站-冰口凹段的景观重要值($LIV=1.07\sim1.35$)介于上述冰口凹到 2580m 之间的景观重要值($LIV=0.70\sim1.51$)之间。第三,冰口凹($LIV=0.70$)和山顶附近($LIV=0.97$)景观重要值最低。

保护站-冰口凹段海拔较低,温度适中,自然条件优越,再加上其较低的敏感水平(即游览频率低,旅游影响小),旅游植被景观本应最优。但是相对于冰口凹到 2580m 段,其群落景观重要值却相对偏小,这与其所处的自然环境和旅游影响程度均不一致。究其原因,其一则在于该地段靠近社区村庄,受其严重影响。虽然当地人们意识到自然保护的重要性,但放牧、采蘑菇等违法事情时有发生。这说明当社区人民未能很好地解决其生产和生活需要时,其矛头便不可避免地要转向自然保护区。其二则在于该地段为人工林,如样地 1 和 2,趋近冰口凹的地段才向天然林过渡;而且许多乔木已被大量砍伐,取而代之的是灌木和草本。冰口凹到 2420 m 之间植物群落景观重要值在不断上升,在 2420 m 左右达最大值,说明该地段植被旅游价值最大,生态环境质量最好,成为华北落叶松的故乡。而 2420~2580m 段的景观重要值之所以不断降低,一方面因为愈到山顶,敏感水平有所提高,旅游影响较大,另一方面则因为植物群落的生长受到一定的自然条件制约。该地段岩石裸露,巨大的风化石直径达 2~2.5 m,植物群落仅生长在岩石峭壁之间,土层浅薄。表 2 和图 2 的结果说明,该地段植物群落的平均树高与海拔呈显著的负相关($r=-0.818$),平均冠幅与海拔的负相关性也较大($r=-0.578$),景观重要值作为三者的综合指标,又与海拔呈极显著的负相关($r=-0.842$)。这说明自然环境对植被的生物学特性有较大的影响,景观重要值因海拔升高而有下降趋势。

表 2 2420~2580m 段植被特征与海拔的回归分析

Table 2 Regression analysis between elevation and vegetation characteristics from 2420m to 2580m					
植被特征	回归方程式	r	p	n	显著水平
Vegetation characteristics	Regress equation				Significant level
物种数 Species number	$y=19.8-0.0022x$	-0.063	0.882	8	不显著 Insignificant
平均树高 Average tree height	$y=80.6-0.0272x$	-0.818	0.013	8	显著 Significant
平均冠幅 Average canopy diameter	$y=25.6-0.00846x$	-0.578	0.133	8	不显著 Insignificant
景观重要值 Landscape importance value	$y=6.35-0.00208x$	-0.842	0.009	8	极显著 Very significant

冰口凹有样地数据景观重要值之所以达低峰值,它们各有自身的原因。冰口凹作为旅游商业中心,敏感水平最高($SL=0.95$)是其为低峰值的最大原因。由旅游植被景观特征与地理因子相关分析^[12]可知,物

种量与坡度呈显著的正相关,坡度愈大,物种量愈多,从而群落景观重要值也升高。冰口凹各样地的坡度与其他样地相比,显然偏大,但其景观重要值却相对较小。这也从中说明了旅游开发对植被影响的严重性。山顶附近景观重要值最低,则有其双重原因,自然环境恶劣影响植被的生长发育,再加上敏感水平相对较大,致使植物群落不能不受到旅游活动负面作用的影响。

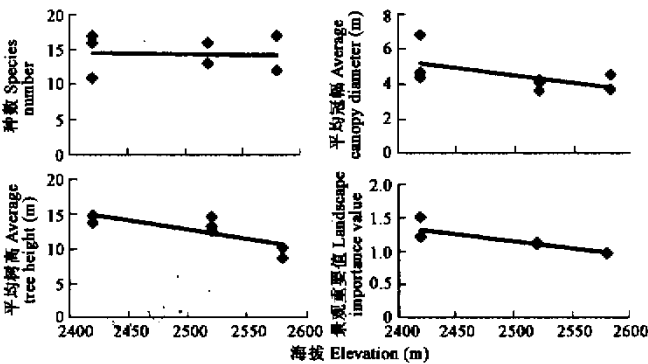


图2 2420~2580m 段植被特征与海拔的关系

Fig.2 The correlation between elevation and vegetation characteristics from 2420 m to 2580m

另外,各条样带上由于水平距离不同,其景观重要值差异显著,景观重要值与距离成正比关系,距离愈远,景观重要值愈大。如冰口凹近距离处景观重要值均 <1.00 ,随距离增加而上升为1.39;本区最大的景观重要值也在2420m样带的远距离处。这说明近距离处旅游破坏程度强烈,远距离处敏感水平低,植被景观的旅游价值大。

3.3 物种多样性

物种多样性信息指数随着海拔的升高,并没有太多的变化,而呈一条波动且渐趋上升的曲线,尤其是在保护站-冰口凹地段物种多样性信息指数没有明显的变化规律。信息指数在冰口凹到2420m地段趋于上升,平均水平从1.30上升为1.70左右。倘若排除2520m近距离处信息指数的影响($H'=1.23$),可以发现信息指数仍在增加,山顶附近甚至达1.84(最大值)。总体上物种丰富度的变化似乎并不明显,说明物种的均匀性因海拔而变异较大。相对于本区其他地段而言,2520~2580m地段的物种数并不太多,但其信息指数较大,说明物种均匀性起了重要的作用。物种均匀性的增大,可能由于该地段自然环境限制乔木种类的发展,相反却适宜亚高山草甸的发育,再加上旅游活动的干扰(对草本植物可能是一种中度干扰),才使其均匀性增加。冰口凹信息指数最低(平均值1.33,最低值0.80),说明其物种多样性最小,旅游活动破坏性大,生态环境质量变坏。其次,水平距离与信息指数存在密切联系。距游径的水平距离愈近,信息指数愈小,随着距离的增加,信息指数增大,但距离超出25m左右,信息指数又变小,直至一稳定水平(表1),这一趋势在冰口凹表现最明显,信息指数由近及远从0.80→1.23→1.29→1.65左右。说明中度干扰有利于物种增加,强度干扰则减小,没有干扰或干扰小的地方,物种量则相对稳定。

3.4 阴生种比值

阴生种比值随着海拔升高,有一个增加的趋势,从2020m的0.2增加到2520m的0.64。虽然2320~2420m段阴生种比值在0.60左右波动,但并没有影响整体增加的趋势。但是在接近山顶时又突然下降,阴生种比值从2520m的0.64降为2580m的0.40左右。这说明它与海拔呈极显著的正相关性。海拔愈高,环境愈低温阴湿,阴生种比值则愈大。它虽不能很好地反映旅游活动对植被环境的影响,但某些景区仍较明显。冰口凹与2320m处的阴生种比值相差较大,山顶附近的阴生种比值又突然下降,这说明冰口凹和山顶附近的旅游开发影响较大,生态环境质量下降。此外,阴生种比值与水平距离的联系并不明朗,说明二者关系较为复杂,并不能很好地说明旅游活动与植被环境的关系。

由以上分析可知,敏感水平与群落景观重要值和物种多样性信息指数基本上成反比关系,阴生种比值在本区仅反映出旅游影响较大的地段,而不能作为一个很好的指标,衡量生态环境的优劣。敏感水平低的景区,其群落景观重要值大,信息指数也较大。冰口凹一方面作为游客集散活动中心,另一方面又是旅游商业中心,人为活动强烈,各种污染源较多,污染物得不到及时处理与输出,因而植被景观较差。山顶附近则一方面由于旅游活动量大,污染严重,另一方面环境进一步恶劣,它并不能很好地抵抗旅游的负面效应。各样带上植被景观由于水平距离的不同而有所差异,这与其吸引力和游客的游兴选择密切相关。

4 结语

本文借鉴前人的研究成果,主要采用敏感水平、群落景观重要值、物种多样性信息指数等一系列评价指标,以定量分析和实地调查相结合的方法,比较全面地探讨了我国北方生态旅游区的旅游开发与植被生态环境的关系。通过一系列评价指标分析,得出如下结论:(1)保护站-冰口凹段,敏感水平不断增大,景观重要值不断减小,旅游影响系数不断下降;冰口凹到 2420 m 段,敏感水平开始逐步减小,景观重要值则不断上升,旅游影响系数开始下降;2420~2580m 段,敏感水平又开始逐步回升,景观重要值则又迅速下降,旅游影响系数不断上升。物种多样性信息指数随着海拔的不断上升,呈一条波动且渐趋上升的曲线。由于本区环境阴湿,阴生种比值不能很好地反映生态环境质量的优劣。(2)敏感水平、景观重要值和物种多样性信息指数各自随海拔升高而变化的趋势,各有其自身的原因,它们的变化趋势和其相互关系相吻合。同时,距游径的水平距离对植被景观的特征也有不同的影响。这些状况反映了整个自然保护区植物群落的旅游价值及其生态环境质量,其中,冰口凹和山顶附近是植被生态环境质量最差的地段。结果较好地反映了芦芽山旅游开发现状,与实际状况大致吻合,说明这一方法是可行的。此外,通过分析保护站-冰口凹段的植被景观特征,可以发现,虽然近年来整个芦芽山自然保护区的森林植被受到严格的保护,社区人们也意识到自然保护的重要性,但违法禁止的事情仍时有发生,说明自然保护区的旅游开发与当地社区人们的生产、生活矛盾仍未得到有效的解决,自然保护事业仍面临着一个步履维艰的历程。

旅游与植被的关系是生态旅游区关注最多的一个热点问题,同时由于植被生态学过程的复杂性,旅游对植被的影响也便成为一个难点问题。本文针对这一问题,对整个旅游区的植被生态环境质量进行了旅游生态学方面的评价,但尚有许多工作需要进一步的完善。第一,旅游者对植被景观欣赏的旅游品位是不一样的,一个植物群落具有多方面的旅游价值,本文采用景观重要值衡量植被景观的旅游价值。从景观重要值的计量看,它主要反映了植被生态的一些基本特性,而视觉、美学方面的因素却考虑很少,如植物的色彩、林木尖削指数等。第二,物种多样性是衡量植被生态环境质量的重要特征。物种多样性包括种的丰富度、种的均匀度和种的总多样性 3 个层次。本文仅采用 Shannon-Weaner 信息指数对此进行了初步分析,但旅游活动对不同植被层次的种的丰富度、均匀度的影响及其与总多样性的比较研究,都需要进一步的探讨。第三,从理论上讲,阴生种比值应该是一个好的衡量指标,但研究表明,至少目前在本区它的灵敏性还很难反映出来。植物的生态过程是一个漫长、渐近的发生过程,这或许受到耐阴植物种类本身的生理生态过程的制约。芦芽山旅游开发的时间较短,耐阴植物的变化或许需要一个较长的时间过程。因此,只有通过阴生种比值的长期监测,才可能反映出旅游的影响程度。总之,关于旅游对植被影响的指标,需要更详尽的探讨和进一步的实践。

保护是自然保护区的中心任务,发展旅游业为自然保护提供资金保障。二者常常处于矛盾之中,自然保护区必须根据植被生态环境的现状,需要做好以下工作:(1)严格执行国家有关自然保护的各种法律条例,搞好旅游规划,建设合理的游径;(2)搞好环境监测,严格控制旅游环境容量;(3)引导游客适度消费,热爱大自然。

参考文献

- [1] Chinese National Committee for Man and the Biosphere (中国人与生物圈国家委员会). *Green hope—Chinese Biosphere reserves*(in Chinese). Beijing: Science permeation Press, 1998.
- [2] Cheng Z H(程占红), Zhang J T(张金屯). Impacts of tourist development on vegetation in Tianlong mountain.

Scientia Geographica Sinica(in Chinese)(**地理科学**),2000, **20**(2): 144~147.

[3] Zhang J T(张金屯). Dominance plants competition and communities succession in forestry communities of Luya Mountain. *Journal of Shanxi University (Natural Science Edition)*(in Chinese) (山西大学学报(自然科学版)), 1987, (2): 83~87.

[4] Zhang J T(张金屯). District of vegetation vertical zone in Luya mountain, Shanxi. *Scientia Geographica Sinica*(in Chinese)(**地理科学**),1989, **9**(4): 346~353.

[5] Shangguan T L(上官铁梁), Zhang F(张峰), Qiu F C(邱富财), *et al.* Studies on flora diversity of the seed plants in Luya Mountain nature reserve, Shanxi. *Journal of Wuhan Botanical Research*(in Chinese) (武汉植物学研究), 1999, **17**(4): 323~331.

[6] Shangguan T L(上官铁梁), Zhang F(张峰), Qiu F C(邱富财). The wild plant resources in Luya Mountain nature reserve, Shanxi. *Journal of Mountain Science*(in Chinese)(**山地学报**), 2000, **18**(1): 89~94.

[7] Qiu Y(邱扬), Zhang J T(张金屯). Quantitative analysis to the gradients of space and time of natural plant communities in Bashuigou of the Guandi Mountain. *Chinese Journal of Applied & Environmental Biology* (in Chinese)(**应用与环境生物学报**), 1999, **5**(2): 113~120.

[8] Wang X J(王晓俊). The scenery resource management system of the USA and its method. *Journal of Natural Resources*(in Chinese)(**自然资源学报**), 1993, **8**(4): 371~380.

[9] Li Z(李贞), Bao J G(保继刚), Qin C F(覃朝锋). The impact of tourist development on the vegetation cover of Mount Danxia , Guangdong. *Acta Geographica Sinica* (in Chinese) (**地理学报**), 1998, **53**(6): 554~561.

[10] Ludwig J, Reynolds J. *Statistical ecology* (in Chinese)Translated by Li Y Z(李育中). Huhhot: Inner Mongolia University Press, 1990.

[11] Zhang J T(张金屯). *Methods in Quantitative Vegetation Ecology*(in Chinese) . Beijing: China Science and Technology Press, 1995.

[12] Cheng Z H(程占红), Zhang J T(张金屯). Correlation analysis between landscape characteristics of ecotourist vegetation and geographical factors in Luya Mountain. *Acta Ecologica Sinica* (in Chinese) (**生态学报**),2002, **22** (2):278~284.