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

高贤明¹ 马克平¹ 陈灵芝¹ 李迪强²

1 (中国科学院植物研究所, 北京 100093)

2 (中国林业科学研究院, 北京 100091)

摘要: 在 1965、1983、1994 和 2000 年 4 个时期调查数据的基础上, 对北京东灵山区亚高山草甸物种多样性变化和生型谱进行了对比研究, 结果显示, 近年来东灵山亚高山草甸的物种多样性呈下降趋势, 尤其是 1983~1994 年的下降速度明显加快。利用重要值作为权重参数对不同时期的东灵山亚高山草甸生型谱进行了比较, 所得到的结果反映了 20 世纪 80 年代以来, 伴随旅游发展而迅速增加的马匹散牧已经对亚高山草甸的群落外貌造成了严重的不良影响。群落高度降低、物种组成改变及植被盖度下降等, 说明过度放牧是东灵山亚高山草甸退化的重要影响因素。根据东灵山风景区亚高山草甸目前存在的问题, 我们建议当地有关部门科学地确定东灵山风景区旅游容量, 首先要严格限制风景区马匹的散牧, 关闭风景区内的跑马场和牧马帐篷, 并通过加强宣传、管理和景区的基本建设, 充分发挥生态系统的服务功能, 实现在保护生态环境的前提下实现资源的持续利用。

关键词: 物种多样性, 生型谱, 旅游, 放牧, 对策, 亚高山草甸, 北京东灵山区

中图分类号: Q16 文献标识码: A 文章编号: 1005-0094(2002)02-0189-07

The effects of tourism on species diversity of subalpine meadows in Dongling mountainous area, Beijing

GAO Xian-Ming¹, MA Ke-Ping¹, CHEN Ling-Zhi¹, LI Di-Qiang²

1 *Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093*

2 *Chinese Forestry Academy of Science, Beijing 100091*

Abstract: Data were collected in 1965, 1983, 1994 and 2000 to monitor changes in species diversity and life form spectrum of the subalpine meadow in Dongling mountainous area in the western part of Beijing municipality. The results show that diversity has been declining from 1965 to the present, and the rate of decline has become much higher since the 1980s. Use of importance values (*IV*) to describe life form spectra demonstrates that the life form spectra of the meadow communities has changed greatly since 1983, showing the side effects of the tourism on the appearances of the meadow. Specifically, height of the meadow communities became shorter, species composition changed, and coverage decreased, all in step with a continual increase in horse population that accompanied tourism development during the period from the early 1980s to the present. The results suggest that over-browsing by horses was the main cause of diversity loss and meadow ecosystem degradation. According to the problems existing in the tourist spot of Dongling mountainous area, we suggest that the local departments concerned should determine rational limits for tourism. In particular, we recommend rigidly restricting horse browsing around the meadow, shutting down the sites for horse racing and the tent for browsing horses in the spot as soon as possible, and reinforcing awareness-building programs. In general, the area should be managed for the conservation of biodiversity as well as for development, and the service functions of the ecosystem should be emphasized so as to realize the sustainable use of meadow resources in the mountainous area based on protection of the ecological environment.

Key words : species diversity , life form spectrum , tourism , browsing , subalpine meadow , Dongling mountainous area

草甸是以中生或旱中生草本植物为主组成的植被类型 ,其优势组成成分因生境的不同而有所变化。东灵山主峰海拔 2303 m ,是北京山区第一高峰 ,其植被类型在我国暖温带地区具有典型的代表意义。亚高山草甸是北京山区亚高山地带重要的植被类型之一 ,在东灵山区自海拔 1500 m 起亚高山草甸与森林交错分布 ,而海拔 1800 m 以上则主要为亚高山草甸 ,间或有鬼箭锦鸡儿(*Caragana jubata*)、金露梅(*Potentilla fruticosa*)、银露梅(*P. dahurica*)等灌丛分布 ,基本无森林群落存在。亚高山地带的环境特点是气温较低 ,植物生长期短(100 天左右) ,空气湿度大 ,枯枝落叶分解慢 ,土壤湿润 ,富含有机质。东灵山亚高山草甸生长茂密 ,盖度能达 100% ,通常在 80% 上下(马克平等 ,1997)。

由于亚高山生长季节较短 ,交通不便 ,东灵山区 20 世纪 60 年代以前人烟稀少 ,植被受人类活动影响较小。80 年代以来 ,随着人们生活水平的提高 ,东灵山以其完好的植被和优美的自然景观而成为人们旅游休闲胜地 ,被辟为“ 灵山风景区 ”。然而 ,游人过多以及他们对草甸生态系统组成物种的选择性采摘、挖掘 ,加之作为登山旅游代步工具的马匹数量也在迅速增加 ,散牧在亚高山草甸上的闲置马匹对草甸植被的过度践踏和放牧过载等方面的问题也日益突出。昔日茂密的北京山区亚高山草甸已经出现明显的退化现象 :群落的高度明显降低 ,覆盖度减小 ,生态系统出现退化现象 ,局部地带甚至退化非常严重 ,物种多样性变化显著。

亚高山草甸的物种多样性具有明显的空间特征和时间特征。对北京东灵山亚高山草甸沿海拔梯度的 β 多样性的研究结果证明 ,北京山区亚高山草甸的 β 多样性除了具有随海拔梯度而变化的特征外 ,还与人类的活动 ,特别是近年来发展起来的旅游活动有密切的关系(高贤明等 ,1998)。本文以 20 世纪 60 年代中期(1965)、80 年代初期(1983)、90 年代中期(1994)和 90 年代末期(2000)共 4 个时期对北京东灵山主峰周围亚高山草甸样地的调查资料为基础 ,对北京东灵山亚高山草甸多样性的基本特征及其在旅游、放牧压力下的变化趋势进行了对比研究 ,旨在 (1)为北京山区及相邻山区如何在保护和

持续利用的前提下开展亚高山草甸的生态旅游提供参考 (2)避免因旅游超载而导致草甸生态系统退化提供对策 (3)探讨北京山区生物多样性的保育与持续利用的有效途径。

1 研究方法

1.1 研究地点

东灵山为太行山系小五台山脉的东延余脉 ,属暖温带大陆性季风气候。据中国科学院北京森林生态系统定位研究站气象站(海拔 1100 m)气象观测资料统计 ,东灵山地区年平均气温 4.8℃ ,最热月 7 月 ,平均气温 18.3℃ ,最冷月 1 月 ,平均气温 -10.1℃ ,年降水量 611.9 mm ,6、7、8 三个月降水比较集中 ,占全年降水量的 78%(茅世森 ,宋凤山 ,1997)。野外工作地点位于北京市西部山区 ,地理位置大致为 115°26'E ,40°00'N ,样地设在北京东灵山主峰周围 ,高度范围为 1700 ~ 2250 m。

1.2 样地设置与调查

采用典型取样的方法对不同草甸群落类型进行样地设置和调查 ,每次调查设样地 15 块以上 ,样地面积为 4 m² ,由相邻的 4 个 1 × 1 m² 样方所组成 ,并以样方为基本单位进行调查。调查内容包括群落覆盖度、群落高度、物种组成、每一物种的多度(个体数)、高度、冠幅、盖度、生活型等。野外调查分别于 1965、1983、1994 及 2000 年的 7 ~ 9 月份植物生长旺季进行。为了比较客观地反映旅游及伴随旅游而发展过热的马匹散牧对草甸物种多样性的影响 ,在 1994 年及以后设置样地时 ,特别注意避开了受游人、马匹活动干扰特别严重的登山路径两侧及游人、马匹难以接近而未受干扰的地带。

1.3 数据处理

在样地的水平上对物种在各个样方出现的情况进行频度统计 ,并对上述原始数据按照以下方法进行整理 :根据冠幅面积、个体数和盖度计算其盖度平均值。为了避免不同物种因个体大小和个体数差异悬殊而导致多样性测度结果的偏差 ,在此 ,我们采用群落物种的重要值(*IV*)作为多样性的测度指标(高贤明 ,陈灵芝 ,1998a)。 *IV* 的表达式为 :

$$IV = (\text{相对高度} + \text{相对频度} + \text{相对盖度}) / 3$$

1.4 多样性指数的选择

为了从物种丰富度、多样性和均匀度等不同侧面研究东灵山地区的草甸群落的多样性并进行对比,本文采用了以下几种多样性指数测度方法(Alatalo ,1981 ;Kvalseth ,1991 ;马克平 ,刘玉明 ,1994):

1) 丰富度指数
物种丰富度: S = 出现在样地的物种数 (1)

2) 多样性指数
Simpson 指数:
$$D = 1 - \sum [N_i (N_i - 1) / N (N - 1)]$$
 (2)

式中 N_i 为样地中某一层次第 i 个物种的重要值, N 为该层次所有物种重要值之和, $P_i = N_i / N$ 为该层次第 i 个物种的相对重要值(下同)。

Shannon-Wiener 指数: $H' = - \sum P_i \ln P_i$ (3)

3) 均匀度指数
Alatalo 均匀度指数:

$$E_a = [(\sum P_i^2)^{-1} - 1] [\exp(- \sum P_i \log P_i) - 1]$$
 (4)

4) 生活型谱
传统的生活型谱仅反映植物种类的组成情况。为了更确切地反映东灵山草甸植物生活型谱在人类活动影响下的变化,本文把重要值引入到生活型谱分析中,用物种相对多度来表示,即同一生活型植物的物种数与其重要值乘积之和来进行草甸生活型谱分析。即:

$$LF_i = \sum (S_{ij} \times IV_{ij})$$
 (5)

式中 LF_i 为某一类生活型植物物种的相对多度, S_{ij} 为第 i 类生活型植物的第 j 个种的物种数, IV_{ij} 为第 i 类生活型植物第 j 个种的重要值。

2 结果

2.1 东灵山不同时期草甸群落基本情况

从 1965、1983、1994 和 2000 年所调查的样地中选择集中在东灵山顶峰海拔 1800 m 的山坡至山顶附近的样地 71 个。样地的优势物种组成及其他基本信息经整理后列表 1。

2.2 草甸物种组成的生活型谱及群落外貌特征的变化

根据物种生活型的传统方法和式(5)对东灵山草甸不同年代调查样地的植物生活型进行统计,结果如图 1 所示。

东灵山草甸群落平均高度和群落平均盖度近年来的总体变化趋势如图 2 所示。

图 1 东灵山亚高山草甸不同年代生活型谱(1965 ~ 2000 年)
Fig.1 The life form spectra of the subalpine meadow communities of Dongling mountainous area in different period (1965 ~ 2000)
A : 物种数 ; B : 相对物种数。 A : Number of species ; B : Relative number of species.
注 : T : 一年生植物 Therophyte ; H : 地面芽植物 Hemicryptophyte ; G : 地下芽植物 Geocryptophyte

图 2 东灵山亚高山草甸不同年代群落高度和盖度的变化 (1965 ~ 2000 年)
Fig.2 The changes in height and coverage of the subalpine meadow communities in Dongling mountainous area in different period (1965 ~ 2000)

2.3 多样性指数测度结果

以草甸样地的重要值(*IV*)为测度指标 ,对 1965、1983、1994 和 2000 年所调查的草甸群落样地分别进行整理 ,71 块样地基本信息及物种多样性测度结果分别列入表 1 和表 2。

2.4 东灵山旅游负荷的年际变化

据当地居民介绍 ,本来东灵山仅在植物生长季节有零星游人 ,但自 20 世纪 70 年代后期 ,特别是 80 年代中后期以来游客一直呈直线上升趋势。原来农闲时散牧在山中的马匹仅 10 匹左右 ,80 年代末至 90 年代初也仅有 30 匹左右。随着游人的增加 ,有人开始以出租马匹为职业 ,因此马匹数量迅速上升 ,后来邻近的河北农民纷纷效仿 ,骡马数量超过了 100 匹 ,山上、山下 ,北京市和河北省都有他们的牧马帐篷和马厰 ,并在山顶较平坦的地方设有跑马场 ,有人租用时就出租 ,无人租用时就散牧在山中。游人数量也从当初旅游旺季的 100 人/天左右 ,上升到 2000 年的 5000 人/天 ,周末、“五一”、“十一”等旅游高峰期间甚至超过 10 000 人/天(艾方容 , 2000)。

3 讨论

3.1 生活型谱

生活型是植物对环境条件适应方式和能力在其生理、结构尤其是外部形态上的具体反映 ,是植物群落研究中植物功能群(functional group)划分的基础。植物群落的外貌在很大程度上是由优势植物种类的生活型所决定的 ,群落的结构也与植物生活型的多样化程度有很大的关系(高贤明 ,陈灵芝 , 1998b) ;另一方面 ,环境综合因素的改变 ,必然也会反过来导致群落生活型谱的改变。受亚高山气温低、生长季节短、湿度大等环境条件的影响 ,亚高山草甸的组成多为以营养繁殖为主要更新对策的物种为主 ,尤以地下芽植物(*G*)居多 ,其次为地面芽植物(*H*) ;一年生草本植物(*T*)虽然也占有一定的比例 ,但其种类和种群数量变化幅度较大 ;灌木(*N*)和藤本植物(*L*)比较罕见。图 1A 是由物种多度构成的生活型谱 ,表明东灵山草甸在人类旅游活动的影响下其生活型谱变化并不显著 ,但当把植物组成的综合信息——重要值引入作为生活型的权重时 ,生活

表 1 东灵山草甸样地基本信息
Table 1 Summary of the information from the meadows plots in Dongling mountainous area

年代 Year	样地数 No. of plots	海拔 Altitude (m)	优势种类 Dominant species	人类活动 Human activities
1965	22	1800 ~ 2300	丝柄苔草(<i>Carex capillaris</i>) ,硬质早熟禾(<i>Poa sphondylodes</i>) ,山罗花(<i>Melampyrum roseum</i>) ,矮紫苞鸢尾(<i>Iris ruthenica</i> var. <i>nana</i>) ,地榆(<i>Sanguisorba officinalis</i>) ,穗花马先蒿(<i>Pedicularis spicata</i>)等	少 Rare
1983	18	1700 ~ 2250	硬质早熟禾 ,银被风毛菊(<i>Saussurea nivea</i>) ,矮紫苞鸢尾 ,地榆 ,天蓝苜蓿(<i>Medicago lupulina</i>) ,长叶雪白委陵菜(<i>Potentilla nivea</i> var. <i>elongata</i>)等	轻微放牧 A little grazing
1994	16	1800 ~ 2200	紫苞风毛菊(<i>Saussurea iodostegia</i>) ,地榆 ,丝柄苔草 ,华北蓝盆花(<i>Scabiosa tschiliensis</i>) ,细叶囊本(<i>Ligusticum tachiroei</i>) ,细叉梅花草(<i>Parnassia oreophila</i>)等	放牧与旅游 Herding and tourism
2000	15	1700 ~ 2200	平车前(<i>Plantago depressa</i>) ,高乌头(<i>Aconitum sinomontanum</i>) ,花锚(<i>Halenia corniculata</i>) ,地榆 ,胭脂花(<i>Primula maximowiczii</i>) ,蓝花棘豆(<i>Oxytropis coerulea</i>) ,野罂粟(<i>Papaver nudicaule</i> ssp. <i>rubro-aurantiacum</i> var. <i>Chinense</i>) ,秦艽(<i>Gentiana macrophylla</i>)等	旅游放牧过载 Too much tourism and herding

表 2 东灵山亚高山草甸 1965 ~ 2000 年物种多样性测度结果
Table 2 Diversities of the subalpine meadows from 1965 to 2000 in Dongling mountainous area

调查年代 Years of investigation	物种丰富度 Species abundance <i>Sp</i>	Simpson 指数 Simpson index <i>D</i>	Shannon-Wiener 指数 Shannon-Wiener index <i>H'</i>	Alatalo 均匀度指数 Alatalo's evenness index <i>E_a</i>
1965	38.64 ± 2.15	0.8469 ± 0.0398	2.3170 ± 0.2806	0.8397 ± 0.0621
1983	41.17 ± 4.02	0.8598 ± 0.0471	2.4838 ± 0.2906	0.6916 ± 0.0868
1994	34.25 ± 4.36	0.7443 ± 0.0677	2.0555 ± 0.2463	0.5466 ± 0.0624
2000	29.13 ± 4.52	0.5495 ± 0.1084	1.8925 ± 0.19485	0.4015 ± 0.0877

型谱的变化极显著(图 1B)。由于能够适应亚高山环境条件的物种是有限的,当植被受到人类活动影响时,群落物种替代余地较小,所以仅以物种绝对多度来构建群落的生活型谱在这里意义并不大(图 1A),只有对草甸群落组成成分的重要值加以考虑时,这种人类活动对草甸群落的影响结果才能得到充分的显示。

旅游活动对亚高山草甸的影响主要有以下两个方面(1)游人对地面的践踏和对花草的采摘,其结果是从江水河村旁山麓至东灵山主峰,多条由游人踩出来呈网状交叉的登山路线,宽达数米乃至十余米,几乎已成为裸地;花朵大而醒目的植物的物种多度明显下降,如金莲花(*Trollius chinensis*)、华北蓝盆花(*Scabiosa tschiliensis*)、银莲花(*Anemone cathayensis*)、唐松草(*Thalictrum* spp.)、百合(*Lilium* spp.)等(2)牲畜(主要是马匹)对草甸的影响,包括选择性啃食、践踏两个方面。前者主要是对禾本科、莎草科、豆科等一些适口性较好的种类的过度啃食,影响了这些种类的生长和再生能力,导致其多度尤其是相对多度、高度、盖度等下降,而适口性较差的物种,特别是那些主根或根茎发达、粗大的种类,如平车前(*Plantago depressa*)、胭脂花(*Primula maximowiczii*)、高乌头(*Aconitum sinomontanum*)、山罂粟(*Papaver nudicaule* ssp. *rubro-aurantiacum* var. *chinense*)、矮紫苞鸢尾(*Iris ruthenica* var. *nana*)、秦艽(*Gentiana macrophylla*)等,其高度、多度、盖度虽然也因践踏而降低,但其相对值却多呈上升趋势。踏踩,特别是马匹等牲畜的践踏直接破坏了植物体的组织结构,并使物种的生长环境发生不利的变化,引起草甸生态系统的退化和群落的结构、功能和外貌的变化。图 1B 显示,目前地面芽植物(H)的相对多度在东灵山草甸群落的生活型谱中所占的比例与早期相比明显下降,而一年生植物(T)种类虽然并没有明显的变化,但作为一种功能群其群体相对多度却显著增加。这种现象说明地面芽植物对牲畜的践踏比地下芽植物更敏感,往往是采取逃避的对策;而一年生草本对环境变化的反映也很敏感,但采取的却是入侵的对策。由于一年生草本的生态适应对策是机会主义的 r-对策,在群落中其存在与否不仅与种源有关,更重要的是与当时的环境条件有关。当环境条件变得有利于其生存时,它们立即会一拥而入;一旦环境不利于其生长和生存,它们很快会从群落中退出。因此,

由一年生草本所组成的群落是不稳定的群落。由此可以推断,日益增强的人类活动,特别是近年来山区旅游的兴起以及伴随旅游而迅速发展的放牧活动,不仅对亚高山草甸的外貌产生影响,更重要的是导致了草甸群落的稳定性降低,从而对亚高山的生态平衡、生物环境资源的可持续利用和山区经济的可持续发展产生了不良影响。

3.2 群落外貌特征

群落的高度是植被主要的外貌特征之一。东灵山亚高山草甸由于在植物生长季节水分条件较好,温度适宜,群落高度通常在 30 cm 左右(马克平等,1997)。实际上,在 20 世纪 60 年代,东灵山草甸的高度曾达到过 60 cm 甚至更高,即使是到了 90 年代初期,分布于游人、马匹不易接近的生境中的杂草类草甸,高度仍然达到了 60 cm 以上。草甸群落的结构比较简单,仅有草本层,因此,其外貌特征非常容易受人为活动的影响而改变。游人和马匹的破坏性干扰不仅直接影响草甸群落的高度、种类组成和覆盖度,而且还会改变土壤的理化性质、生境条件等,特别是牲畜对草甸植物的啃食和反复践踏,对群落的高度起抑制作用。图 2 反映了自 20 世纪 60 年代以来,群落高度呈下降趋势,尤其是进入 90 年代以来,这种趋势尤为明显。

盖度降低是东灵山草甸在近年来人为活动影响下变化的另一个显著特点。在 20 世纪 60 年代至 80 年代期间,东灵山草甸的盖度曾高达 90% 以上(图 2),直到 20 世纪 90 年代初期,虽然旅游活动已经开展数年,草甸盖度仍然保持在 80% 左右,说明东灵山草甸对人类活动的压力具有一定的抵御能力和自我调节功能,属于比较稳定的生态系统类型。然而,随着旅游活动的不断发展,游客和马匹增加已超出了这种抵御能力和调节功能的阈值,导致了群落的盖度降低,引起生态系统的退化。

3.3 物种多样性与生态系统稳定性

物种多样性与生态系统稳定性之间的关系是现代群落生态学研究十分重要的内容。其中,群落组成和结构上表现出的多样性是认识群落的组织水平,甚至功能状态的基础,在生物多样性研究中占有举足轻重的地位。物种多样性的变化反映了群落组成、结构甚至是功能上的变化。尽管关于多样性导致稳定性的命题一直是近年来生物多样性研究争论的焦点之一,但多样性的生态系统功能是不可忽视

的,因此倍受关注(黄建辉等,2001)。Tilman *et al.* (1994)曾对经历了1987~1988两年严重干旱的草地生态系统生产力恢复速率进行了研究,其结果支持多样性有利于生态系统稳定的论点,即具有较高生物多样性的生态系统同时具有较强的抵御外界干扰(干旱干扰)和干扰后生产力恢复的能力。因而,生物多样性是保护生态系统不受不确定因素影响的一条途径。高贤明等(2001)在研究暖温带若干森林群落的物种多样性时发现,以重要值作为多样性测度指标,其群落总体多样性测度结果对群落的稳定性有一定的指示作用,即总体多样性 Simpson 指数 D 低于或接近 0.5 时群落稳定性较差;当总体多样性指数 D 高于 0.5 时有两种情况:群落的 Alatalo 均匀度指数 Ea 大于 D 的群落为地带性群落类型,它们有很高的稳定性,相当于顶极群落;而 Ea 小于或与 D 接近的群落具有较高的物种丰富度,在群落的演替动态方面处于顶极的前期,相当于亚顶极群落。草甸群落类型由于仅有一个层次,其多样性测度结果可以直接用于分析不同年代东灵山草甸群落的稳定性。测度结果(表 2)显示,东灵山亚高山草甸人类活动持续高强度的干扰,导致了物种多样性的下降, Simpson 指数 D 从 20 世纪 60 年代中期至 80 年代初期的 0.87 左右下降到目前的略大于 0.5,物种丰富度由 40 种左右下降到不足 30 种,而 Alatalo 均匀度指数却从接近 0.9 直线下降到稍大于 0.3。因此,东灵山亚高山草甸物种多样性的下降已引起了稳定性的降低,如果不采取有效措施,作为旅游和生态环境保护重要资源的亚高山草甸将变得面目全非,前景不容乐观。

3.4 生态旅游的环境容量问题及解决途径

提供休闲娱乐场地是生态系统的服务功能之一(蔡晓明,2000)。在东灵山开展以亚高山草甸自然景观为主题的生态旅游,迎合了当前我国人民物质生活水平提高后对回归自然的渴求,也是实现亚高山草甸生态系统价值的一条重要途径。然而,生态旅游环境的最大特点之一就是环境容量的有限性(孙玉军,王如松,2000;杨桂华等,2000;钟林生,肖笃宁,2000)。随着东灵山生态旅游的发展,旅游环境容量的研究工作亟待深入,科学地确定亚高山草甸旅游的环境容量问题已迫在眉睫。据分析,东灵山旅游的环境容量在不考虑马匹的情况下为 5000 人/天(艾方容,2000)。目前,东灵山生态旅游的显

著问题是代步马匹发展过热,并且还没有迹象表明有关部门将采取措施对马匹过多问题加以规范和管理。山中散牧的成群骡马以及设在山顶的跑马场如果不严加禁止的话,东灵山开展生态旅游就只能是一句空话。由于马匹散牧和马匹出租现象的存在,北京东灵山亚高山草甸的生态旅游环境容量的问题比较复杂。针对东灵山亚高山草甸目前由于旅游过载所引起的草甸退化、生态系统稳定性下降、利用价值降低、生态服务功能衰竭等问题,我们提出以下对策作为近期缓解东灵山景区旅游压力的途径。

1)规划旅游路线,修建游览道路,设立旅游禁区

在东灵山亚高山地带,植物的生长期仅 100 天左右,旅游旺季是植物生长的盛季,也是植物极易受到伤害的季节。规划旅游路线、修建游览道路和设立旅游禁区的目的在于既引导游人尽兴地欣赏草甸的自然风光,又可以保护处于脆弱状态的亚高山草甸生态系统免遭肆意践踏,保证退化草甸有休养生息的机会,以恢复其生态功能和结构、功能和外貌特征。目前在东灵山主峰附近已在开始着手这方面的工作,登山石阶路已修建至山前,沿山顶比较平坦的部分地段已设有围栏,对游人的活动范围和马匹的散牧空间加以限制。遗憾的是,目前修建的石阶仅达到登山途中坡度最大地段的下部,游人登山或下山至此时出于安全的考虑,总是选择草丛生长旺盛的地方攀上攀下,以致于这里大面积的山坡土壤裸露,水土流失严重。由于缺乏管理或管理不完善,围栏在登山路一侧已有很大缺口,并没有起到有效隔离游人和马匹的作用。因此,亟待加快登山台阶的修建和完善,加强围栏的管护和维修。

2)科学制定生态旅游环境容量,高峰期实行限额控制

东灵山生态旅游的环境容量既需要考虑景区面积、植被状况、地形地貌,也需考虑当年的气候状况,需要从事植被、生态、环保、自然保护等学科的专家与政府主管部门充分协商,反复论证。由于目前东灵山草甸退化现象普遍且较为严重,宜适当降低容量标准,特别是在旅游高峰季节,限额出售门票是完全必要的。

3)严格限制旅游用马匹等牲畜的数量,禁止旅游区放牧、散牧牲畜

当前东灵山亚高山草甸的状况已不容乐观。我

们认为 ,导致草甸目前严重退化的最主要原因是草甸的马匹过载 ,马匹对草甸的践踏和啃食远比游人对草甸的影响大。从 20 世纪 90 年代后期开始 ,水土流失现象已发生在山顶附近地势相当平坦的山坡上 ,有的地方出现的沟壑已深约 1 m ,宽达数米 ! 因此 ,当务之急应果断地限制马匹上山 ,拆除主峰附近的牧马帐篷 ,严格禁止将闲置的马匹散牧在草甸上。即使是将来退化草甸得到了充分的恢复 ,严格限制旅游牲畜的数量也是必要的。

4)加强宣传 ,提高游人的生态环保意识

登山是一项有益的健身活动。因此 ,游区应大力宣传提倡徒步登山 ,以减少对马匹的依赖。特别是目前登山索道已架到主峰附近 ,从索道的终点徒步登上主峰已不再是难事。旅游管理部门应该从资源的保护与合理利用等方面综合考虑 ,适当地降低索道收费标准 ,以提高索道的利用率 ,以避免游人雇佣马匹代步登山的现象发生。更重要的是要通过广泛的宣传教育 ,使广大游客了解维护生态平衡、保持良好的生态环境、避免生物多样性的丧失的重要性 ,环境资源的可持续利用不仅与政府决策部门有关 ,而且也更需要广大民众的参与。

5)提高导游的业务素质

导游人员除了要引导游客观察自然、欣赏风景外 ,还应该是生物多样性保护的宣传者。提高导游的环境保护意识是开展和发展生态旅游的当务之急 ,应引起有关部门的高度重视。

参考文献

艾方容,2000. 北京日报. 2000 年 8 月 17 日; <http://www.>

people. com. cn/GB/channel4/976/20000817/191018. html

蔡晓明,2000. 生态系统生态学. 北京: 科学出版社,39 ~ 55

高贤明,陈灵芝,1998a. 北京山区辽东栎 (*Quercus liaotungensis*) 群落物种多样性的研究. 植物生态学报,22 (1): 23 ~ 32

高贤明,陈灵芝,1998b. 植物生活型分类系统的修订及中国暖温带森林植物生活型谱分析. 植物学报,40 (6): 553 ~ 559

高贤明,马克平,陈灵芝,2001. 暖温带若干落叶阔叶林群落物种多样性及其与群落动态的关系. 植物生态学报,25: 287 ~ 290

高贤明,马克平,黄建辉,刘灿然,1998. 东灵山草甸群落 β 多样性的初步研究. 生态学报,18 (1): 24 ~ 32

黄建辉,白永飞,韩兴国,2001. 物种多样性与生态系统功能: 影响机制及有关假说. 生物多样性,9: 1 ~ 7

马克平,陈灵芝,于顺利,黄建辉,高贤明,刘灿然,1997. 北京东灵山地区植物群落的基本类型. 见: 陈灵芝 (主编),暖温带森林生态系统结构与功能的研究. 北京: 科学出版社,56 ~ 75

马克平,刘玉明,1994. 生物群落多样性的测度方法 I α 多样性的测度方法 (下). 生物多样性,2: 231 ~ 239

茅世森,宋凤山,1997. 小龙门地区的气候特征. 见: 陈灵芝 (主编),暖温带森林生态系统结构与功能的研究. 北京: 科学出版社,28 ~ 37

孙玉军,王如松,2000. 生态旅游景区环境容量研究. 应用生态学报,11(4): 564 ~ 566

杨桂华,钟林生,明庆忠,2000. 生态旅游. 北京: 高等教育出版社,234 ~ 254

钟林生,肖笃宁,2000. 生态旅游及其规划与管理研究综述. 生态学报,20 (5): 841 ~ 848

Alatalo R V, 1981. Problems in the measurement of evenness in ecology. *Oikos*, 37: 199 ~ 204

Tilman D, R M May, C L Lehman and M A Nowak, 1994. Habitat destruction and the extinction debt. *Nature*, 371: 65 ~ 66

Kvalseth T O, 1991. Note on biological diversity, evenness, and homogeneity measures. *Oikos*, 62: 123 ~ 127

(责任编辑:时意专)

更正

本刊 2002 年第 10 卷第 1 期第 17 页 ,表 2 中“ 资源数量 ”的单位应为“ 株 ”。特此更正。