

西藏米拉卡黑白仰鼻猴的栖息地变化

黄勇^{1,2}, 权锐昌³, 任国鹏¹, 肖文⁴, 朱建国^{1,*}

(1. 中国科学院昆明动物研究所, 云南 昆明 650223; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049;
3. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 勐腊 666303; 4. 大理学院生命科学与化学学院, 云南 大理 671003)

摘要: 黑白仰鼻猴(*Rhinopithecus bieti*)分布在我国金沙江和澜沧江之间的横断山脉的一个狭小区域内(26°14' N—29°20' N, 99°15' E—99°37' E), 海拔分布范围 2600 (南部)—4200 m (北部); 目前大约有 15 群, 约 1700 只。本文所研究的西藏米拉卡猴群分布在我国西藏自治区芒康县的南部, 数量约 50 只。基于野外调查和过去的报道, 此地的暗针叶林和针阔叶混交林是猴群的适宜栖息地, 而由于人口数量增加所导致的夏季牧场和农田面积不断扩增正在逐渐侵蚀着这里的暗针叶林。为了评估该猴群的栖息地现状、变化趋势和变化原因, 我们通过野外调查工作, 利用GIS和RS技术, 分别解译了当地过去 5 年(1986—2006 年) 冬季的Landsat TM卫星影像, 并对解译结果进行了分析和计算, 得到了该猴群栖息地的主要结果有: 1) 2006 年暗针叶林面积是 13600hm², 夏季牧场面积是 4900hm², 农田面积是 3300hm²; 2) 在过去 20 年(1986—2006 年), 暗针叶林面积减少了 15.5% (2500hm²), 牧场面积增加了 58.1% (1800hm²), 农田面积增加了 17.8% (500hm²); 3) 暗针叶林的斑块数量增加了 75.6%, 平均斑块面积下降了 51.8% (从 1986 年的 15.3hm²到 2006 年的 7.4hm²), 最大斑块指数下降了 54.7%; 景观丰富度并没有变化, 但Shannon多样性指数和Shannon均匀度指数分别增加了 4.0%; 4) 暗针叶林面积变化与当地的人口数量呈显著负相关 ($r=-1.000$), 而夏季牧场和农田面积分别和当地人口呈显著正相关 ($r=1.000$)。表明黑白仰鼻猴米拉卡猴群栖息地的丧失和破碎化程度较为严重; 栖息地丧失和破碎化是当地传统生产方式和人口增长共同作用的结果。

关键词: 黑白仰鼻猴; 西藏; 地理信息系统; 遥感; 栖息地丧失与破碎化; 人口

中图分类号: Q959.848 **文献标识码:** A **文章编号:** 0254-5853-(2008)06-0653-08

Habitat Alternation of *Rhinopithecus bieti* in Milaka of Tibet, China

HUANG Yong^{1,2}, QUAN Rui-chang³, REN Guo-peng¹, XIAO Wen⁴, ZHU Jian-guo^{1,*}

(1. Kunming Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Kunming Yunnan 650223, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Mengla Yunnan 666303, China;

4. Department of Life Sciences and Chemistry, Dali College, Dali Yunnan 671000, China)

Abstract: Black-and-white snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus bieti*) distribute in a restricted area of the Trans-Himalayas between the Mekong and Yangtze River, at 26°14'N—29°20'N and 99°15'E—99°37'E. There are about 1700 individuals in 15 groups remained in the habitat between 4200 (north)—2600 m (south) asl. The Milaka group is the northernmost range of the species with about 50 individuals in Mangkang county of Tibet. Based on our field survey and previous reports, we identified the fir forest and the mixed conifer forest as suitable habitat for the monkeys. Summer grazing lands and farmlands, which were made by local people's cutting and burning in the fir forest at the high and low altitude belt, are replacing fir forest. To evaluate the status of the monkeys' habitat, we employed GIS and RS to identify the habitat types with Landsat TM satellite imagery in winter of 1986 and 2006 respectively. The work resulted in: 1) the size of summer grazing lands, farmlands, and fir forest was 4900hm², 3300hm² and 13600 hm² in 2006 respectively; 2) during the past 20 years (1986—2006), the size of fir forest decreased by 15.5% (2500hm²), summer grazing lands and farmlands increased by 58.1% (1800 hm²) and 17.8% (500 hm²) respectively; 3) the habitat of the species was more fragmented, the number of habitat patches increased by 75.6%, the mean size of forest patches decreased by 51.8% (from 15.3 to 7.4 hm²), the largest patch index decreased by 54.7%; the patch richness remained the same, but the Shannon's diversity index and the Shannon's evenness index increased by 4.0%, respectively; and 4) the size of fir forest negatively

收稿日期: 2008-08-05; 接受日期: 2008-10-29

基金项目: 国家自然科学基金 (30770308); 美国大自然保护协会 (TNC); 美国国家地理学会 (NGS); 国家科技部 (2005DKA21402)

*通讯作者 (Corresponding author), E-mail: zhu@mail.kiz.ac.cn

第一作者: E-mail: huangykiz@163.com

correlated with villager population ($r = -1.000$), but the size of summer grazing lands and farmlands positively correlated with villager population ($r = 1.000$). These indicate the habitat lost and fragmentation for the Milaka group increased sharply during the past 20 years and it is the result of population growth and the most employment of traditional modes.

Key words: *Rhinopithecus bieti*; GIS and RS; Habitat lost and fragmentation; Tibet; Human population

黑白仰鼻猴 (*Rhinopithecus bieti*) 是我国特有的仰鼻猴属灵长类之一, 为我国一级保护动物, 在 IUCN (世界自然保护联盟) 2007 受威胁物种红皮书中被列为濒危物种并处于小种群、高度片断化状态 (ENC2a) (IUCN, 2007); 在 2002 年曾被列为世界 25 种顶极濒危的灵长类之一, 后因种群较稳定, 2004 年后未再列进此名录 (Mittermei et al, 2007)。在过去 400 年, 由于人口增长、偷猎和栖息地丧失等原因, 仰鼻猴属 (*Rhinopithecus*) 整体分布向西退缩, 从低海拔地区退缩到高海拔地区 (Li et al, 2002); 而黑白仰鼻猴目前整个分布区的海拔下限是 2600m (Xiao et al, 2003), 仅分布在滇西北和藏东南地区金沙江和澜沧江之间的云岭山脉这一狭小区域内 ($26^{\circ} 14' N - 29^{\circ} 20' N$, $99^{\circ} 15' E - 99^{\circ} 37' E$), 分布区包括有西藏芒康、云南德钦、维西、丽江、兰坪和云龙 6 个县 (Long et al, 1994)。最近的调查认为黑白仰鼻猴约有 15 群, 数量约 1700 只; 其中, 云南省境内约有 12 群 1400 只 (Xiao, 2004), 西藏芒康县境内约有 3 群 300 只 (Xiao, 2004; Xiang, 2005)。

本文研究的黑白仰鼻猴米拉卡群分布在西藏自治区芒康县南部, 数量约 50 只。该分布区南边与云南省相毗邻。早期关于黑白仰鼻猴分布的考察多局限于云南境内 (Li et al, 1981; Bai et al, 1988); 随后对西藏种群的报道也只涉及到数量、分布或是对栖息地的基本描述 (Long et al, 1994; Yang et al, 2005), Xiang (2005) 对西藏芒康的小昌都猴群进行过行为生态研究, 而其他两群 (执娜群、米拉卡群) 尚无研究工作报道, 更没有关于西藏分布区猴群栖息地的定量分析研究报道。

随着人口数量的增长和人类活动强度的加大, 以及科技进步的加速和贫富悬殊的加剧, 人类的整体物质需求也在快速增长, 由此导致生物多样性丧失不断加剧 (Jiang et al, 1997; Primack & Ji, 2000); 地球上未受到人类活动干扰的地方已很少, 很多自然保护区也不例外 (Dompka, 1996, seeing Liu et al, 1999)。从 20 世纪 50 年代末到 1997 年, 黑白仰鼻猴在云南的栖息地丧失达 31% (1887km²), 而同一

区域内, 夏季牧场增加了 204% (1291km²); 森林斑块的平均面积从 15.6km²减小到 5.4km²; 黑白仰鼻猴分布区高海拔处的高山牧场向周围或低海拔林地的持续扩增以及低海拔处的耕地不断向高海拔林地扩张, 已经成为猴群所在森林生态系统的主要威胁 (Xiao et al, 2003); 另外, 夏季牧场和耕地面积分别与当地人口数量成正相关, 意味着黑白仰鼻猴栖息地丧失和破碎化是当地传统生产方式和人口增长共同作用的结果 (Xiao et al, 2003; Zhao, 1996)。对黑白仰鼻猴的种群遗传结构分析已表明, 由于地理范围限制和栖息地破碎化越来越严重, 可以将黑白仰鼻猴分成三个遗传亚种群: 北部遗传亚种群 (northern range)、中部及西南遗传亚种群 (central and southwest range) 和东南遗传亚种群 (southeast range); 其中北部遗传亚种群是黑白仰鼻猴分布的最北端, 由西藏芒康的 3 个自然种群 (执娜、小昌都和米拉卡群) 组成, 其遗传多样性比其他两个遗传亚种群低, 更需要注重保护 (Liu et al, 2007)。

传统研究方法对动物栖息地, 特别是对于地形复杂的高山峡谷区, 较难在短时间内直接获取野生动物及其栖息地的具体量化数据 (Wang et al, 2008)。近年来, 随着遥感 (remote sensing, RS) 和地理信息系统 (geographic information systems, GIS) 技术的不断发展, GIS 和 RS 已成为野生动物栖息地研究的有效工具; 特别是对于因地形复杂而不利于开展大规模野外考察的地区, 在空间数据的获取和分析方面具有更大的优势 (Wang, 2007)。因此, 本文应用 GIS 和 RS 对黑白仰鼻猴西藏米拉卡猴群过去 20 年 (1986—2006 年) 的栖息地变化情况及其变化原因进行研究和探讨, 旨在为该地区黑白仰鼻猴的有效保护提供科学依据。

方法

1 研究地点和方法

1.1 地 点

研究地点位于我国西藏自治区芒康县境内 ($98^{\circ} 37' E - 98^{\circ} 50' E$, $29^{\circ} 02' N - 29^{\circ} 30'$

' N), 面积约 32 300 hm²。该地点属于横断山脉中部的云岭北端芒康山脉, 是由西边的澜沧江与东边的呷托河(又名黑曲河, 为金沙江支流)夹持着的

一条由北向南延伸的山脉; 国道 214 从其西北边穿过(图 1)。

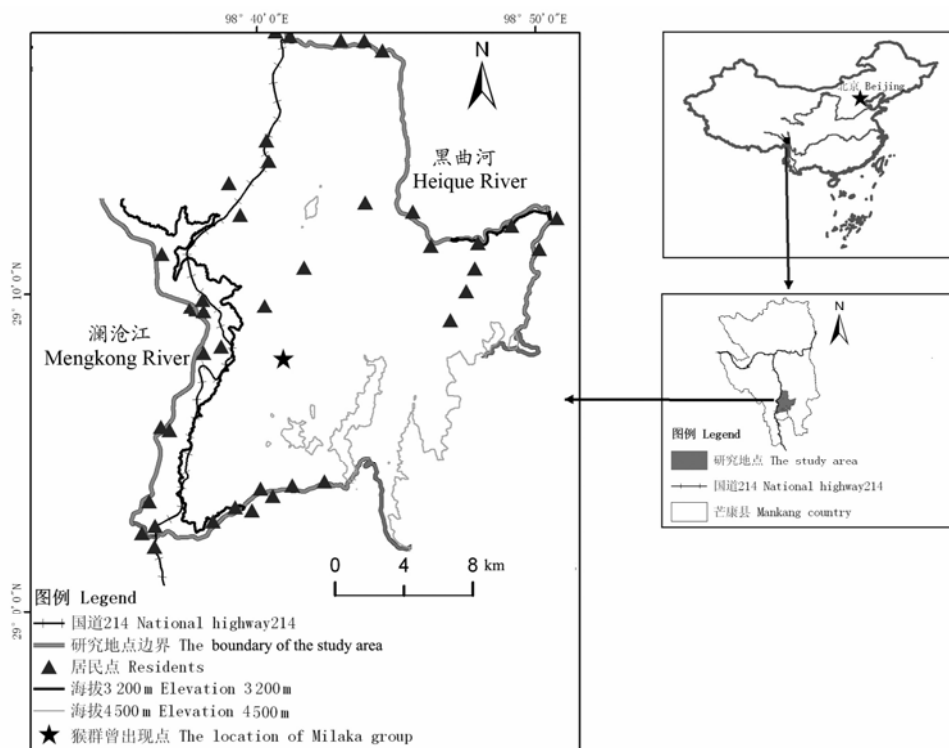


图 1 研究地点示意图

Fig. 1 The location of study area

据《西藏植被》(Comprehensive Scientific Expedition to the Qinghai-Tibet Plateau, Academia Sinica, 1988)的划分, 该地点属于亚热带植被地带—东亚亚热带常绿阔叶林地区—横断山脉南部峡谷谷刺灌丛亚区—盐井—竹卡小区。植被类型主要有以松科、壳斗科等植物为建群种的亚高山暗针叶林、硬叶常绿阔叶林、落叶阔叶林、灌木草丛 4 种 (Tibet Forestry Survey and Design Institute, 2000)。

1.2 方法

1.2.1 通过对遥感影像解译获取栖息地覆盖数据

影像的校正和裁剪 在现有的不同卫星影像中, 美国 NASA 陆地卫星 (Landsat) 的 TM/ETM+ 影像由于价格相对低廉、周期短 (每 16 天重复覆盖一次); 在波段选择上, 能够很好地反映植被的波段; 空间分辨率 (30 m×30 m) 和光谱分辨率能够最大限度地区分不同的植被类型并监测其不同时期的变化, 因而被广泛应用土地覆盖/土地利用制图 (Domaç, 2004; Zhao et al, 2003)。本研究选择了 5 年(1986—2006 年)冬季的 Landsat TM 卫星影像

(p133r040), 经过重投影和校正后, 根据我们的野外实地调查和以前的研究报道, 由于海拔 3200 m 以下是落叶灌丛带和干热河谷向森林过渡地带, 猴群不会出现在这些地方; 而在此区域猴群经常出现是在海拔 4500 m 以下, 为了保守地估计猴群的栖息地变化, 我们就以海拔 3200 m 和 4500 m 为界, 分别“切除”其上下地带, 然后解译裁剪后的图像。

结合黑白仰鼻猴对栖息地的选择以及 Landsat TM 卫星影像的识别能力 (Reese et al, 2002), 我们首先解译区分林地和非林地。然后再将林地区分为暗针叶林 (包括原始暗针叶林和针阔混交林)、硬叶常绿阔叶林及灌木两类; 非林地区分为夏季牧场、农田两类。

影像解译 为了提高该地区影像解译结果的准确性和效率, 我们以 1968 年的地形图 (1: 100000) 数据为参考, 采用了目视解译分类和计算机分类 (非监督分类和监督分类) 相结合方法解译。在 Landsat TM 卫星影像的 543 波段下, 暗针叶林呈暗或深绿色, 分布在阴坡或半阴坡; 硬叶常绿阔叶

林及灌木呈亮或黄绿色，分布在阳坡或半阳坡；两者区分明显，解译时可用分布坡向作为参考。经野外实地调查发现，在海拔地区，当地居民砍伐或者火烧后的迹地常被作为夏季牧场利用。因此，我们把海拔 3 200—4 500 m 之间，除农田外的裸地划为夏季牧场；农田则位于居民点周围，由于气候原因，一般分布于海拔较低、林缘以下的地区。

在 Erdas 9.0 下先对每帧卫星影像进行非监督分类，然后对于错分或者未能正确划分的混合像元类别采用监督分类再进一步解译。

1.2.2 栖息地破碎化指数计算

为了定量探讨黑白仰鼻猴栖息地破碎化情况，利用 Fragstat 3.3 软件计算研究区的栖息地破碎化指数。本文选择的指数有斑块数量、平均斑块面积、最大斑块指数；景观丰富度指数、Shannon 多样性指数和 Shannon 均匀度指数(表 1)(McGarigal et al,

2002; Wu, 2000)。

1.2.3 栖息地与社会经济指标的相关性分析

为了了解栖息地变化的背景和原因，我们探讨了米拉卡猴群栖息地变化与当地社会经济变化的相互关系。我们解译了 1986—2006 这 20 年间的共 5 个年份(1986、1992、1997、2001 和 2006 年)的卫星影像，并分别计算了各年度的面积变化和破碎化指数，结合从芒康县统计局获得的当地各乡村人口数量和牲畜存栏数等社会经济统计数据，在 SPSS 13.0 下，使用 Spearman 相关分析了各类别植被面积与人口数量和牲畜存栏数的关系。

2 结 果

为了方便比较，我们将 1986 年和 2006 年头尾两年的影像解译结果(图 2)以及计算结果和主要描述如下。

表 1 本文所选指数的名称、公式和作用
Tab. 1 Name, formula and function of landscape indices

指数名称 Name	公式 Formula	符号含义 Implication of parameter	作用 Function
斑块数量 Number of patches NP	$NP=N$	N 表示景观或某一斑块类型的斑块总个数 N is the total number of patches in the landscape or of the corresponding patches type.	描述景观的异质性和破碎程度 To describe the heterogeneity and the extent of fragmentation of the landscape
平均斑块面积 Mean patch area MPA	$MPA=A/N$	A 表示景观或某一斑块类型的总面积， N 表示景观或某一斑块类型的斑块总个数 A is the total area in the landscape or of the corresponding patch type; N is the total number of patches in the landscape or of the corresponding patch type.	描述景观的破碎程度 To describe the extent of fragmentation in the landscape
最大斑块指数 Largest patch index LPI	$LPI=[\text{Max}(a_1, a_2, \cdots a_n)/A] \times (100\%)$	a_n 表示景观或某一斑块类型的最大面积， A 为景观或某一斑块类型的总面积 a_n is the largest patch area in the landscape or of the corresponding patch type; A is the total area in the landscape or of the corresponding patch type.	描述景观的优势类型 To describe dominance in the landscape
景观丰富度 Patch richness PR	$PR=m$	m 表示景观中不同斑块类型的总数 m is the number of different patch types within the landscape boundary	描述景观组分 To describe the landscape composition
Shannon 多样性指数 Shannon's Diversity Index SHDI	$H=-\sum_{k=1}^m P_k \ln(P_k)$	P_k 表示斑块类型 k 在景观中出现的概率； m 表示景观中不同斑块类型总数 P_k is the proportion of the landscape occupied by patch type k ; m is the number of different patch types within the landscape boundary	描述景观异质性，特别对景观中稀有斑块较为敏感 To describe the heterogeneity in the landscape, especially more sensitive to rare patch types
Shannon 均匀度指数 Shannon's Evenness Index SHEI	$E=\frac{H}{H_{\max}}=\frac{-\sum_{k=1}^m P_k \ln(P_k)}{\ln(m)}$	P_k 表示斑块类型 k 在景观中出现的概率； m 表示景观中不同斑块类型总数 P_k is the proportion of the landscape occupied by patch type k ; m is the number of different patch types within the landscape boundary	描述景观异质性 To describe the heterogeneity in the landscape

2.1 黑白仰鼻猴西藏米拉卡猴群栖息地面积及其变化

2006 年黑白仰鼻猴米拉卡猴群活动区域的林地面积是 24100hm²，其中暗针叶林 13600hm²，硬叶常绿阔叶林及灌木 10500hm²；非林地面积中夏季牧场 4900hm²，农田 3300hm²。20 年间，林地面积减少了 8.7%，其中黑白仰鼻猴主要栖息的暗针叶林面积减少了 15.5% (2500hm²)，硬叶常绿阔叶林及灌木面积增加了 1.9% (200hm²)；非林地面积增加了 39.0%，其中夏季牧场面积增加了 58.1% (1800hm²)，农田面积增加了 17.8% (500hm²) (表 2)。

2.2 黑白仰鼻猴西藏米拉卡猴群栖息地破碎化指数 (表 2)

斑块数量 研究区域 20 年间的总斑块数量增加了 38.4%；其中，暗针叶林斑块数量增加了 75.6%，硬叶常绿阔叶林及灌木斑块数量增加了 11.1%，夏季牧场斑块数量增加了 57.1%，农田斑块数量减少了 20%。

平均斑块面积 暗针叶林平均斑块面积减少了 51.8% (从 1986 年的 15.3hm²减少到 2006 年的 7.4hm²)；硬叶常绿阔叶林及灌木的平均斑块面积

减少了 8.3%，夏季牧场的平均斑块面积增加了 1.8%，农田的平均斑块面积增加了 46.6%。

最大斑块指数 暗针叶林最大斑块指数减少了 54.7%，硬叶常绿阔叶林及灌木最大斑块指数增加了 15.1%，夏季牧场最大斑块指数增加了 43.0%，农田最大斑块指数增加了 32.8%。

Shannon 多样性指数和 Shannon 均匀度指数 虽然景观丰富度并没有变化 (仍然是 4 个类别)，但 Shannon 多样性指数和 Shannon 均匀度指数分别增加了 4.0%。

2.3 黑白仰鼻猴西藏米拉卡猴群栖息地与社会经济指标的相关性分析

根据 5 年的数据，对各植被类型的面积与该区的人口数量和牲畜存栏数进行了相关分析，结果 (表 3) 如下：1) 暗针叶林面积分别与人口数量和牲畜存栏数呈显著负相关；2) 硬叶常绿阔叶林及灌木面积分别与人口数量和牲畜存栏数不相关；3) 夏季牧场面积分别与人口数量和牲畜存栏数呈显著正相关；4) 农田面积分别与人口数量和牲畜存栏数呈显著正相关；5) 人口数量与牲畜存栏数呈显著正相关。

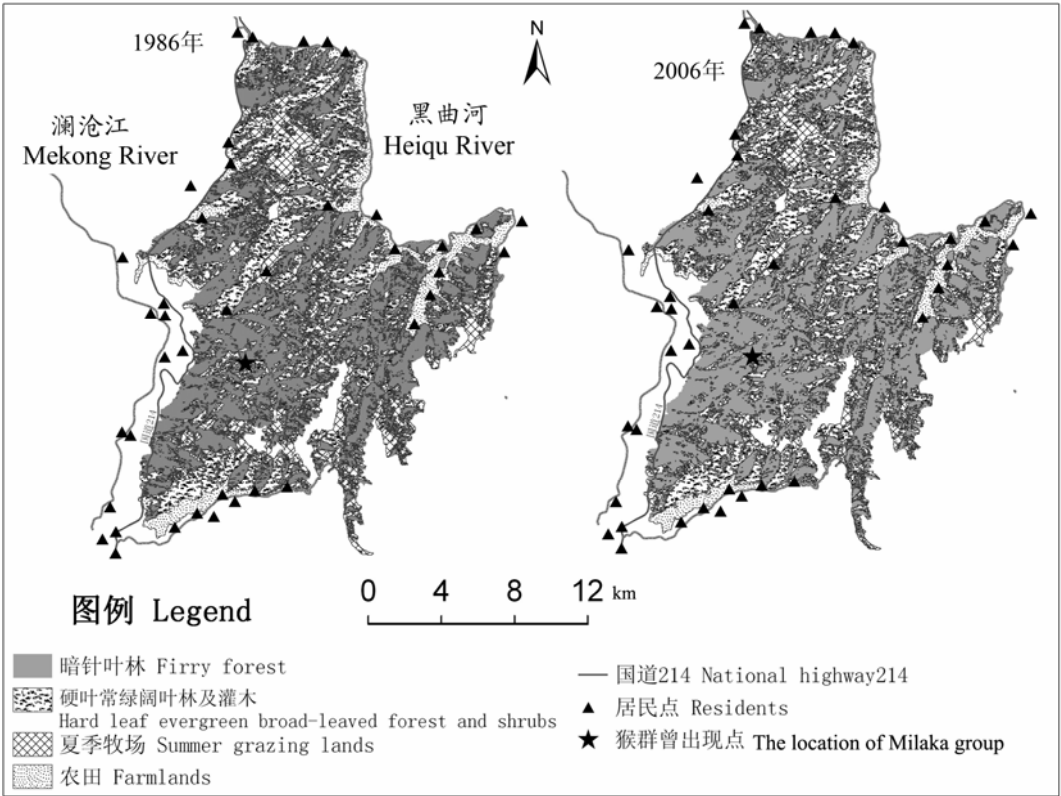


图 2 黑白仰鼻猴西藏米拉卡猴群分布区 1986 年和 2006 年卫星影像解译
Fig. 2 The classification of Landsat TM satellite imagery in 1986 and 2006 of the distribution area of the Milaka group, Tibet

表 2 西藏米拉卡猴群分布区 1986 年和 2006 年不同地表覆盖类别的总面积、斑块数量、平均斑块面积和最大斑块指数及其变化

Tab. 2 Results and change in percent of total area, number of patches, mean patch area and largest patch index of each habitat type in 1986 and 2006 in the distribution area of Milaka group, Tibet

	总面积Total area (hm ²)			斑块数量 Number of patches			平均斑块面积 Mean patch area (hm ²)			最大斑块指数 Largest patch index		
	1986 年 Year	2006 年 Year	变化 (%) Change	1986 年 Year	2006 年 Year	变化 (%) Change	1986 年 Year	2006 年 Year	变化 (%) Change	1986 年 Year	2006 年 Year	变化 (%) Change
暗针叶林 Firry forest	16100	13600	-15.5	1054	1851	75.6	15.3	7.4	-51.8	14.6	6.6	-54.7
硬叶常绿阔 叶林及灌木 Hard leaf evergreen broad-leaved forest and shrubs	10300	10500	1.9	2539	2821	11.1	4.0	3.7	-8.3	3.4	3.9	15.1
夏季牧场 Summer grazing lands	3100	4900	58.1	1758	2762	57.1	1.7	1.8	1.8	0.7	1.1	43.0
农田 Farmlands	2800	3300	17.8	45	36	-0.2	62.3	91.4	46.6	2.2	3.0	32.8

3 讨 论

3.1 西藏米拉卡黑白仰鼻猴种群适宜栖息地面积
丧失和破碎化程度严重

在 1986—2006 年这 20 年中，由栖息地面积变化和破碎化指数计算的结果（表 2）可见，米拉卡群主要利用的栖息地中暗针叶林丧失和破碎化程度严重。夏季牧场总面积、斑块数量和最大斑块指数都在增加，而平均斑块面积变化不大，这意味着夏季牧场不仅在向四周和低海拔扩张，同时还在不断产生新的牧场。农田总面积、平均斑块面积和最大斑块指数都在增加，但斑块数量在减少，这可能是由于农田位于林缘下面和居民点周围，从低海拔向高海拔林地扩张而使相邻斑块连片的结果。而夏季牧场和农田面积增加主要是以直接蚕食暗针叶林为代价的，最终导致暗针叶林的总面积、平均斑块面积和最大斑块指数都在减少，而斑块数量却在增加。Shannon 多样性指数和 Shannon 均匀度指数在增加，表明栖息地异质性的增加并不是由于丰富度增加所致，而是不同斑块类型在面积上均匀度增加的结果，即各类型的面积占总面积比例的差异性减小，这主要与夏季牧场和农田扩张而导致暗针叶林面积减少相关。

与云南省境内的黑白仰鼻猴栖息地变化情况相比较（表 4），米拉卡区适宜栖息地面积减少年均

百分比和夏季牧场面积增加年均百分比都较低的多，情况看起来要好于云南；但米拉卡区平均斑块面积减少年均百分比略高，说明破碎化程度更严重。这可能与云南境内的人口增长率较高有关，从米拉卡区人口与暗针叶林、农田和夏季牧场面积的相关性，以及云南分布区夏季牧场面积和当地人口成正相关来看，证明了这一推断的合理性（表 3）。但由于米拉卡分布区不像云南分布区有云南松林的过渡，夏季牧场和农田扩展是直接以暗针叶林消失为代价的，这里的栖息地保护所面临的情况同样十分严峻。

3.2 人口增长及其活动强度增加是米拉卡黑白仰
鼻猴栖息地退变的主要原因

暗针叶林面积、夏季牧场面积和农田面积的变化与人口 / 牲畜存栏数变化密切相关（表 3）。从野外调查实际情况来看，这里并未出现大规模的商业性采伐和旅游，因当地居民数量增加而导致的对薪柴、建筑和栅栏等的需求增加完全依赖于当地的木材，这些是导致森林减少和破碎化的主要原因；加上公路修建、林下产品采集激增等，使得当地居民与猴群在资源利用方面的冲突和干扰逐渐升级，其后果是导致暗针叶林面积减少和破碎化不断加剧。因此，在传统生产方式不变的情况下，因人口数量上升所带来的人类活动强度的增加转由黑白仰鼻猴的适宜栖息地来承载。这与云南省境内的黑

表 3 西藏米拉卡猴群分布区不同类别地表覆盖的面积与人口数量和牲畜存栏数的 Spearman 秩相关系数 ($n=5$)
Tab. 3 Correlation analyses of the total area of every habitat type and human population and livestock inventories of the distribution area of the Milaka group, Tibet, Spearman's rho ($n=5$)

	暗针叶林面积 Fir forest	硬叶常绿阔叶林及灌木面积 Hard leaf evergreen broad-leaved forest and shrubs	夏季牧场面积 Summer grazing lands	农田面积 Farmland	人口数量 Human population
人口数量 Human population	-1.000**	0.100	1.000**	1.000**	
牲畜存栏数 Livestock inventories	-1.000**	0.100	1.000**	1.000**	1.000**

** 在 $\alpha=0.01$ 水平下显著相关（两尾）。Correlation is significant at the 0.01 level (two-tailed).

表 4 黑白仰鼻猴西藏米拉卡分布区和云南分布区人口及部分生境指标的年均变化比较
Tab. 4 A comparisons of annual change percent of some indices between the distribution area of the Milaka group, Tibet and Yunnan

地点 Study area	时间 Time	人口数量(%) Human population	适宜栖息地面积(%) Suitable habitat	夏季牧场面积(%) Summer grazing lands	暗针叶林平均斑块面积(%) Mean patcharea of firry forest
西藏米拉卡分布区 Milaka group	1986—2006	0.3	-0.4(8.7/20 年 years)	3.0(55.6/20 年 years)	-2.6(51.8/20 年 years)
云南分布区 Yunnan groups	1958—1997	2.4 (仅维西和德钦县 only Weixi and Deqin county)	-0.8(31/39 年 years)	5.2(204/39 年 years)	-1.7(65.4/39 年 years)

云南分布区数据引自 Xiao et al, 2003, 征得作者同意已转换为统一度量；另由于云南的评估中未能将云南松林从适宜栖息地中区别出，对适宜栖息地面积减少的估计值偏低。

The data of Yunnan was cited from Xiao et al, 2003, its number was adjusted in the same measure with Milaka by the agreement of the author. In Yunnan, pine forest had not been classified from the suitable habitat, so the estimated value of suitable habitat in decrease was even lower.

白仰鼻猴栖息地的减少和破碎化的原因是一致的（Xiao et al, 2003）。这种现象也普遍存在于其他野生动物中，如大熊猫（Liu et al, 1999）、海南黑长臂猿（Zhang, 2008）、金仰鼻猴和灰仰鼻猴（Li et al, 2002）等。

在云南省境内，黑白仰鼻猴大致形成了 4 个相互隔离的片区（Xiao, 2004）。在西藏分布区，从村民访问中得知，在 214 国道修建以前，米拉卡群和小昌都群很可能是同一猴群，或即便是两个猴群也可以在两地之间自由移动。在 214 国道 1973 年修建完成后，导致米拉卡群和小昌都群的完全隔断，而米拉卡群与南边云南省德钦县境内的巴美群实际上也处于相互隔离的状态（图 1）。米拉卡群基本上生存在一个“孤岛”里。很多濒危物种或者对栖息地破碎化敏感的物种需要大面积的自然环境才能保证生存，栖息地丧失和破碎化效应以及偷猎活

动使小种群的死亡率上升，最终可能使孤立的小种群在局部地区灭绝（Diamond, 1975; seeing Jiang et al, 1997）。最近的一次黑白仰鼻猴种群调查表明，云南省境内有 5 个过去存在的猴群可能已经消失了，虽然在维西境内增加了 4 个新种群的记录，不过已证实是过去调查中遗漏的（Cui, 2003）。这提醒我们，由于近 20 年来米拉卡猴群的适宜栖息地面积及其斑块面积不断减少，栖息地斑块数量也在不断增加；而导致这一结果发生的当地人口数量还在上升并时有偷猎事件的发生，这就加大了该种群消失的几率，需要加强对米拉卡这个孤立猴群的保护。

致谢：西藏芒康县林业局、西藏芒康县滇金丝猴国家级自然保护区、芒康县统计局和当地村民曾给予的大力支持，谨此一并致谢！

参考文献:

- Bai SC, Zou SQ, Lin S, Tuo D, Tu Z, Zhong T, Wang XH. 1988. An investigation of distribution, number and food habitat of the *Rhinopithecus bieti* [J]. *Zool Res*, 9: 67-75. [白寿昌, 邹淑荃, 林 苏, 拖 丁, 土 扎, 忠 杰, 王小红. 1988. 滇金丝猴(*Rhinopithecus bieti*)的数量分布及食性调查. 动物学研究, 9: 67-75.]
- Comprehensive Scientific Expedition to the Qinghai-Tibet Plateau, Academia Sinica. 1988. Vegetation of Xizang (Tibet). Beijing: Science Press [M]. [中国科学院青藏高原综合科学考察队. 1988. 西藏植被. 北京: 科学出版社.]
- Cui LW. 2003. Altitudinal Ranging, Sleeping Site Selection and Social Organization of *Rhinopithecus bieti* at Baima Snow Mountain, and its Sexual Behavior and Birth Seasonality in Captivity [D]. Ph.D. thesis, Kunming Institute of Zoology, Kunming. [崔亮伟. 2003. 白马雪山黑白仰鼻猴 *Rhinopithecus bieti* 的生境垂直利用、过夜地选择和社会组织, 笼养群性行为 and 出生季节. 博士论文. 昆明动物研究所, 昆明.]
- Domaç A. 2004. Increasing the accuracy of vegetation classification using geology and DEM [D]. Ph.D. thesis, the Graduate School of Natural Applied Sciences of Middle East Technical University.
- Jiang ZG, Ma KP, Han XG. 1997. Conservation Biology [M]. Zhejiang: Zhejiang Science & Technology Press. [蒋志刚, 马克平, 韩兴国. 1997. 保护生物学. 浙江: 浙江科学技术出版社.]
- IUCN. 2007. Red List of Threatened Species. International Union for conservation of Nature and Natural Resources [EB]. <http://www.iucnredlist.org>.
- Li BG, Pan RL, Oxnard CE. 2002. Extinction of snub-nosed monkeys in China during the past 400 years [J]. *International Journal of Primatology*, 23(6): 1227-1244.
- Li ZX, Ma SL, Hua CH, Wang YX. 1981. The distribution and habitat of Yunnan snub-nosed monkey [J]. *Zool Res*, 2: 1-16. [李致祥, 马世来, 华承惠, 王应祥. 1981. 滇金丝猴 (*Rhinopithecus bieti*) 的分布和习性. 动物学研究, 2: 1-16.]
- Liu JG, Ouyang ZY, Taylor WW, Groop R, Tan YC, Zhang HM. 1999. A framework for evaluating the effects of human factors on wildlife habitat: The case of Giant Pandas [J]. *Conservation Biology*, 13: 1360-1370.
- Liu ZX, Ren BP, Wei FW, Long YC, Hao YL, Li M. 2007. Phylogeography and population structure of the Yunnan snub-nosed monkey (*Rhinopithecus bieti*) inferred from mitochondrial control region DNA sequence analysis [J]. *Molecular Ecology*, 16: 3334-3349.
- Long YC, Kirkpatrick RC, Zhong T, Xiao L. 1994. Report on the distribution, population, and ecology of the Yunnan snub-nosed monkey (*Rhinopithecus bieti*) [J]. *Primates*, 35: 241-250.
- Long YC, Zhong T, Xiao L. 1996. Study on geographical distribution and population of the Yunnan snub-nose monkey [J]. *Zool Res*, 17: 437-441. [龙勇诚, 钟 泰, 肖 李. 1996. 滇金丝猴地理分布、种群数量与相关生态学的研究. 动物学研究, 17: 437-441.]
- McGarigal K, Cushman SA, Neel MC, Ene E. 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html.
- Mittermeier RA, Ratsimbazafy J, Rylands AB, Williamson L, Oates JF, Mbori D, Ganzhorn JU, Rodríguez-Luna E, Palacios E, Heymann EW, Cecilia M, Kierulff M, Long YC, Supriatna J, Roos C, Walker S, Aguiar JM. 2007. Primates in Peril: The World's 25 Most Endangered Primates, 2006-2008 [J]. *Primate Conservation*, (22): 1-40.
- Primack R, Ji WZ. 2000. A Primer of Conservation Biology [M]. Beijing: China Forestry Publishing House. [Primack R, 季维智. 2000. 保护生物学基础. 北京: 中国林业出版社.]
- Reese HM, Lillesand TM, Nagel DE, Stewart JS, Goldmann RA, Simmons TE, Chipman JW, Tesser PA. 2002. Statewide land cover derived from multiseasonal Landsat TM data: A retrospective of the WISCLAND project [J]. *Remote Sensing of Environment*, 82: 224-237.
- Tibet Forestry Survey, Design Institute. 2000. The comprehensive programming to Honglaxueshan National Reserve of Mangkang County. Tibet Forestry Survey and Planning Institute, Lasa [M]. 1-100. [西藏自治区林业勘察设计研究院. 2000. 西藏芒康滇金丝猴国家自然保护区总体规划, 1-100.]
- Wang W. 2007. Analyzing distribution and threatening degrees of forests & shrubs and assessing representativeness of natural reserves for conserving gallinaceous birds in four counties of Northwestern Yunnan, China [D]. Ph.D. thesis, Kunming Institute of Zoology, Kunming. [王伟. 2007. 云南西北部四县林地的分布和受威胁程度评价以及该地区鸡形目鸟类的保护状况分析. 昆明动物研究所博士论文, 昆明.]
- Wang W, Ren GP, He YH, Zhu JG. 2008. Habitat degradation and conservation status assessment of Gallinaceous Birds in the Trans-Himalayas, China [J]. *Journal of Wildlife Management*, 72(6): 1335-1341.
- Wu JG. 2000. Landscape ecology: Pattern, Process, Scale and Hierarchy [M]. Beijing: Higher Education Press. [邬建国. 2000. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级. 北京: 高等教育出版社.]
- Xiao W. 2004. Population Status of *Rhinopithecus bieti* and Its Degradation in Yunnan [D]. Ph.D. thesis, Kunming Institute of Zoology, Kunming. [肖 文. 2004. 黑白仰鼻猴 (*Rhinopithecus bieti*) 的种群现状、云南境内生境退化和藏猕猴 (*Macaca thibetana*) 的叫声. 昆明动物研究所博士学位论文, 昆明.]
- Xiao W, Ding W, Cui LW, Zhou RL, Zhao QK. 2003. Habitat degradation of *Rhinopithecus bieti* in Yunnan, China [J]. *Int J Primatol*, 24: 389-398.
- Xiang ZF. 2005. The Ecology and Behavior of Black-and-white snub-nosed Monkeys (*Rhinopithecus bieti*) in Honglaxueshan National Nature Reserve, Tibet, and Quantitative Analysis of Land Mammal Zoogeographical Regions in China and Adjacent [D]. Ph.D. thesis, Kunming Institute of Zoology, CAS, Kunming. [向左甫. 2005. 西藏红拉雪山自然保护区黑白仰鼻猴 *Rhinopithecus bieti* 的生态与行为研究, 中国及其邻近地区兽类动物地理区划数量分析. 中国科学院博士学位研究生学位论文. 昆明: 昆明动物研究所.]
- Yang SJ, Ding W, Nian B, Zhang J. 2005. Status and ecological study on *Rhinopithecus bieti* population in Mangkang, Tibet. [J]. *Journal of Northeast Forestry University*, 33(2): 62-64. [杨士剑, 丁 伟, 年波, 张 峻. 2005. 西藏芒康县滇金丝猴种群现状和生态学研究. 东北林业大学学报, 33(2): 62-64.]
- Zhang MX. 2008. Habitat Alteration and Potential Habitat Prediction of Hainan Gibbon (*Nomascus hainanus*) [D]. Ph.D. thesis, Kunming Institute of Zoology, CAS, Kunming. [张明霞. 2008. 海南长臂猿 (*Nomascus hainanus*) 生境变化与潜在适宜生境研究. 中国科学院博士学位研究生学位论文. 昆明动物研究所, 昆明.]
- Zhao QK. 1996. Ecological information on statistics of human population and agriculture in Hengduan Mountains from Yunnan [J]. *Chinese Biodiversity*, 4: 217-221. [赵其昆. 1996. 云南横断山区人口和农业统计量中的生态信息. 生物多样性, 4: 217-22.]
- Zhao YS, et al. 2003. The Application Analysis of Remote Sensing: Principles and Methods [M]. Beijing: Science Press. [赵英时等. 2003. 遥感应用分析原理与方法. 北京: 科学出版社.]