

岷山地区大熊猫生境评价与保护对策研究

肖 焱¹, 欧阳志云^{1*}, 朱春全², 赵景柱¹, 何国金³, 王效科¹

(1. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085; 2. 世界自然基金会, 北京 100000; 3. 中国科学院中国遥感卫星地面站, 北京 100086)

摘要:综合运用大熊猫生物学与行为生态学研究成果、遥感数据分析与地理信息系统技术,在系统研究岷山地区大熊猫生境分布、生境质量与空间格局的基础上,明确岷山地区保护大熊猫的关键区域,分析岷山地区大熊猫保护与自然保护区建设的对策,以期为岷山地区大熊猫保护及其与岷山地区资源开发与发展的协调提供依据。遥感数据分析结果表明,岷山地区以森林为主,各类森林面积 1 917 903.44 hm²,占 55.42%,将与大熊猫生境密切相关的森林植被分为常绿阔叶林、落叶阔叶林、针阔混交林、亚高山针叶林等,其中亚高山针叶林面积 538 049.64 hm²,占全部森林的占 28.05%,落叶阔叶林面积 461 355.67 hm²,占 24.06%,针阔混交林面积 403 036.26 hm²,占 21.01%。

结果表明岷山地区有大熊猫潜在生境 1 323 789.15 hm²,由于森林资源利用、交通、农业活动影响、居民薪柴砍伐,以及生境破碎化与生境隔离等导致的生境丧失 553 413.45 hm²,目前尚存的大熊猫适宜生境 770 375.7 hm²,由于交通等隔离而成为至少 5 个相互分隔的生境单元,大熊猫种群交流受到严重阻碍。为了有效地保护岷山大熊猫,首先应充分注意到各种人类活动,尤其交通的建设对大熊猫生境的影响;其次要扩大自然保护区范围,使大熊猫生境集中分布区得到严格的保护;三是将被隔离的生境单元连接起来,使岷山地区大熊猫生境成为相互连接地整体。

关键词:大熊猫;生境评价;岷山;生物多样性保护

An assessment of giant panda habitat in Minshan, Sichuan, China

XIAO Yi¹, OUYANG Zhi-Yun¹, ZHU Chun-Quan², ZHAO Jing-Zhu¹, HE Guo-Jin³, WANG Xiao-Ke¹

(1. Reserch Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China; 2. World Wild Fund for Nature, Beijing, 100000, China; 3. China Remote Sensing Satellite Ground Station, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100086, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(7): 1373~1379.

Abstract: Habitat degradation and lost has been widely recognized as the main cause of giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*) population decline. Habitat research plays an essential role in wildlife conservation. The Minshan area locates at the northwest of Sichuan Basin, covers 3 460 755.39 hectare of forests and other habitats, and preserves approximately 37% of giant panda habitat and 46% of its wild population. It is well known as one of the hot regions for biodiversity conservation in China and the World, and the key area for conserving the endangered giant pandas, based on ETM and GIS spatial modelling.

We made a systematical study on the panda habitat distribution, habitat quality, spatial pattern and habitat protection measures in Minshan area. In the study, land use and land cover, firstly, were analyzed based on ETM data in 2000~2001. Then, the main factors that influenced the panda habitat quality were identified, and the habitat assessment criteria was set up

基金项目:世界自然基金会(WWF)岷山森林景观保护资助项目;国家科技部 973 资助项目(G2000046807);国家基金创新群体(40321101)

收稿日期:2004-02-10;修订日期:2004-05-12

作者简介:肖 (1972~),女,湖南人,博士生,助研,主要从事生态规划、GIS 在生态学与自然保护中的应用研究。E-mail: xiaoyi@mail.rcees.ac.cn

* 通讯作者, Author for correspondence E-mail: zyouyang@mail.rcees.ac.cn

致谢:本研究得到四川林业厅野生动植物保护站,胡锦涛教授、魏辅文研究员、冉江洪研究员、张黎明高级工程师的指导与帮助,在此一并致谢。

Foundation item: Bio-assessment and Planning for Minshan Initiative (WWF China; CN0090.02), State Key Basic Research and Development Plan (No. G2000046807)

Received date: 2004-02-10; **Accepted date:** 2004-05-12

Biography: XIAO Yi, Ph. D. candidate, mainly engaged in ecological planning, GIS and application in ecology and nature conservation. E-mail: xiaoyi@mail.rcees.ac.cn

applying biology and behavior ecology knowledge of giant panda, and data analysis of the giant panda survey in 2001. Thirdly, the habitat distribution and habitat quality were assessed based on the combination of land cover, elevation, slope and the impact of human activities, and landscape pattern of habitat was calculated and analyzed by aid of FRAGSTAT.

The result showed that forests, including sub-alpine coniferous forests, mixed deciduous-coniferous forests, deciduous forests and evergreen forests, were the dominated land cover in Minshan area. There were forest area 1 917 903.44hm², about 55.42% of the total area. The potential habitat for giant panda covered an area of 1 323 789.15 hm², and 553 413.45 hm² habitats were lost due to forest resources utilization, transportation, agricultural activities and resident firewood collection. The present suitable habitat is 770 375.7 hm² that has been divided into at least 5 pieces of disjunctive habitat unit by transportation and other factors. The research also suggested that the panda habitat in Minshan area faces big threats from human activities, especially the tourism development and traffic system construction. It is needed to extend the nature reserve area and covers the main area of habitat, and build up habitat corridor to connect the isolated habitat units.

Key words: habitat assessment; habitat lost and fragmentation; giant panda; Minshan area

文章编号:1000-0933(2004)07-1373-07 中图分类号:Q143 文献标识码:A

生物的生境(即栖息地)是指生物生活的场所,由生物赖以生存的生物与非生物环境构成。近一个世纪以来,由于生境的丧失,大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)分布范围急剧减少,种群数量不断下降,现在濒于灭绝^[1~3]。研究与评价大熊猫分布区的生境特征、破碎化程度与隔离状态是认识和了解大熊猫种群趋势与濒危原因的重要手段,同时,还是制定合理的大熊猫保护措施的科学基础^[4~7]。

岷山地区位于四川盆地西北部,主要包括岷江以东山地,面积为 346.07 万 hm²。区内地形复杂,以高山峡谷地貌为主。气候的垂直变化明显,属山地亚热带向高原气候的过渡地带。由于生境的多样性与复杂性,岷山地区保存了丰富的生物多样性,是我国生物多样性保护的优先地区^[8],也是全球生物多样性保护的关键地区。

岷山地区是大熊猫的主要分布区,大熊猫栖息地的 37%、野生大熊猫数量的 46%分布在岷山地区,岷山地区是我国能否成功保护大熊猫的关键区域。但近年来,岷山地区发展迅速,交通建设与资源开发在岷山地区大规模的开展将进一步加剧岷山生境破碎化程度,威胁包括大熊猫在内的野生生物的生存与繁衍。本文拟综合运用大熊猫生物学与行为生态学研究成果、遥感数据分析与地理信息系统技术,在系统研究岷山地区大熊猫生境分布、生境质量与空间格局的基础上,分析明确岷山地区保护大熊猫的关键区域,分析岷山地区大熊猫保护与自然保护区建设的对策,以期对岷山地区大熊猫保护及其与岷山地区资源开发与发展的协调提供依据。

1 大熊猫生境评价方法

1.1 生境评价程序

生境分析与评价的主要目标是通过分析生物的生境要求及其与岷山地区自然环境的匹配关系,明确其生境的分布范围与特征。因此,岷山地区的生境评价过程包括:分析大熊猫的生境要求,明确影响其种群及行为的限制因素或主导因素;建立各项因素相应的评价准则,并进行单项因素的适宜性评价;根据一定的准则进行综合生境分析与评价;明确保护区各空间单元对对象物种的适宜性特征^[4, 5, 7]。

1.2 影响岷山地区大熊猫生境的因素

根据长期大熊猫生物学与行为生态学研究成果,分析岷山地区大熊猫对生境因子的要求特征,结果表明岷山地区影响大熊猫生境质量的因素,可以划分为三大类:物理环境因素、生物因素以及人为活动的影响。

(1) 物理环境因素 影响岷山大熊猫生境的物理环境因素有海拔高度、地貌类型、坡度等方面。根据岷山大熊猫调查数据,在岷山大熊猫通常在海拔 1200~3800m 之间的海拔范围内活动,并喜在地形平缓、坡度在 30°以下平缓上升的山脊与平台活动取食^[9]。本研究运用 1:50 000 数字高程图(DEM)分析岷山地区的海拔、坡度与坡向。

(2) 生物因素 在岷山地区与大熊猫生境相关的生物因素包括可食竹类的分布及丰富度、植被类型、天敌及竞争物种的分布。岷山大熊猫的主要可食竹类有缺苞箭竹、糙花箭竹、团竹、青川箭竹、华西箭竹、巴山木竹、白夹竹等^[2,10~13]。亚高山暗针叶林与针阔混交林是大熊猫的最适植被^[2,3,14,15],在常绿-落叶阔叶林,亚高山亮针叶林,落叶阔叶林,低山次生灌丛等也均有大熊猫的分布与活动。竞争物种主要有竹鼠、小熊猫等食竹类动物,但在岷山地区,竞争物种与天敌对大熊猫生境质量没有明显不利影响。

(3) 人类活动数据 在岷山地区,影响大熊猫栖息地质量的人为活动主要有砍伐木材与薪柴(森林砍伐)、交通、农业活动以及当地居民的日常生活活动等,这些生产与生活活动,或直接破坏大熊猫栖息地,或使栖息地隔离、破碎化,导致生境质量的

下降。本文以 1:10 万交通路线与居民点分布数字图为基础,分析交通与居民活动对大熊猫生境的影响。

1.3 生境评价准则

根据大熊猫的生境要求及其与岷山自然环境、人类活动的相互关系,建立各单项因素的适宜性评价准则矩阵(表 1),人类活动对大熊猫生境影响的评价准则(表 2),以及人类活动对潜在生境影响的评价准则(表 3)。

表 1 自然环境因素评价准则

Table 1 Criteria for abiotic and biotic suitability assessment

因素 Facts		适宜 Suitable	次适宜 Marginally-suitable	不适宜 Unsuitable
物理环境 Physical factors	海拔 Elevation(m)	2200~3200	<3800~>3200 >1200~<2200	>3800 <<1200
	坡度 Slope aspect(°)	≤30	>30~<45	>45
生物环境 Biological factors	植被 Vegetation	亚高山针叶林, 针阔混交林	常绿-落叶阔叶林, 亚高山亮针叶林, 落叶阔叶林, 低山次生灌丛	亚高山灌丛, 高山草甸, 高山流石滩, 稀疏植被带, 人工纯林
	竹子种类 Bamboo	缺苞箭竹, 糙花箭竹, 团竹, 青川箭竹	其它可食竹类(华西箭竹、巴山木竹、白夹竹等)	无竹子

表 2 人类活动对大熊猫生境影响的评价准则

Table 2 Criteria for assessment of human impacts on giant panda habitat

人类活动类型 Human factor	强烈影响 Strong	比较强烈 Moderate	有影响 Weak	无影响 None
公路 Distance from main road (m)	≤60	>61~≤210	>210~≤720	>720
九环线 Ninth ring road	≤180	180~300	300~500	>500
居民活动 Distance from residential area (m)	≤900	>900~≤1410	>1410~≤1920	>1920
农业活动 Distance from cropland (m)	<90	>90~≤240	>240~≤750	>750
居民点及相关人为活动 Residential plots		<500	500~1000	>1000

表 3 人类活动对潜在生境影响的评价准则

Table 3 Criteria for combination of potential habitat and human impact

潜在生境质量 Quality of potential habitat	强烈 Strong	比较强烈 Moderate	有影响 Weak	无影响 None
适宜生境 Suitable	不适宜生境	次适宜生境	次适宜生境	适宜生境
次适宜生境 Marginally suitable	不适宜生境	不适宜生境	次适宜生境	次适宜生境
不适宜生境 Unsuitable	不适宜生境	不适宜生境	不适宜生境	不适宜生境

1.4 岷山植被与土地利用遥感分析

岷山地区植被与土地利用分布是运用遥感数据分析得到的。

(1) 遥感数据的选择 根据岷山的物候特征,采取多时相的 Landsat 5 TM 和 Landsat 7 ETM+数据相结合的方法以解决岷山地区天气变化大、云量多的问题。

(2) 遥感分类方法 在分类之前,首先要对各种数据进行预处理,包括卫星数据的精校、DEM(1:5 万)和土地利用图与卫星数据的配准以及野外 GPS 测点的处理。

卫星数据精校正所需要的控制点在 1:5 万的地形图上采集,均匀分布的选取明显的地物特征点,如道路交叉点、河流交叉点、河流拐弯处等,总共选取 7×12 个控制点,并分别测量出这些点的坐标值,利用多项式方程,进行校正。

本研究首先采用最大似然法监督分类,沿 GPS 考察路线选取训练样区,共选取 22 种地类参加分类,然后根据情况进行类别合并,并去除小图斑。

由于受高程和坡度的影响,监督分类后的图像存在着同物异谱和同谱异物的现象,研究中,运用 ERDAS IMAGE 软件专家分类功能的 CLASSIFIER 模块解决这一问题。方法是采用人机交互的方式,建立分类的规则,引入高程数据、坡向及其与植被的关系等辅助数据,将传统的监督分类与专家知识相结合,以消除不同高程监督分类利用波谱信息不能识别的植被类别,并合理的去除阴影、云等不需要的分类结果,实现高精度的遥感图像分类。

(3) 分类精度检验 为了检验专家决策分类的有效性,进行常规最大似然法的分类结果与专家决策分类精度的初步分析和比较。

万方数据

1.5 空间模拟与分析

在大熊猫生境或栖息地评价过程中,以地理信息系统 ArcView 为工具,进行空间模拟与分析^[4, 5]。在空间模拟的过程中,应用生态位适宜性模型^[17],首先分析单一因素的适宜性特征,然后根据影响因素的性质,综合分析物理环境、生物因素的适宜性分布特征,得到岷山大熊猫潜在生境分布特征,以及人类活动影响强度的空间分布特征;最后综合物理环境、生物因素以及人类活动的影响,得到岷山大熊猫生境适宜性的空间分布现状特征。并运用景观密度指数等分析与评价岷山地区大熊猫生境的空间格局特征。

1.6 生境景观格局指数分析

运用 FRAGSTAT 3.3 分析与统计了岷山大熊猫生境的斑块数、平均斑块面积、斑块密度与斑块边界密度等反映破碎化的指数。

2 岷山地区大熊猫生境空间格局特征

2.1 岷山地区土地利用与植被覆盖特征

遥感数据分析结果表明,岷山地区以森林为主,各类森林面积 1 917 903.44hm²,占 55.42%,其次为草地,面积 523 044.51 hm²,占 17.5%,高山灌丛与低山次生灌丛 463 539.51 hm²,占 13.39%,农田面积为 273 370.75 hm²,占 7.9%(表 4)。将与大熊猫生境密切相关的森林植被分为常绿阔叶林、落叶阔叶林、针阔混交林、亚高山针叶林、低山灌丛等,其中亚高山针叶林面积 538 049.64 hm²,占全部森林的占 28.05%,落叶阔叶林面积 461 355.67 hm²,占 24.06%,针阔混交林面积 403 036.26 hm²,占 21.01%。

2.2 大熊猫潜在适宜生境

综合岷山地理条件与现状森林覆盖与森林分布特征,运用表 1 的评价准则对岷山地区大熊猫生境适宜性进行分析。结果表明,在岷山地区有大熊猫适宜生境 62 824.14hm²与次适宜生境 1 260 965.01hm²(彩图 I),分布在海拔 1500~3800m 的平缓坡地,且主要为亚高山针叶林及针阔叶混交林两种类型的植被,林下分布着稠密的缺苞箭竹、糙花箭竹、团竹、青川箭竹等大熊猫喜食竹子。

2.3 人类活动对大熊猫适宜生境的影响

根据遥感数据及表 2 评价准则,分析岷山地区人类生产生活活动对大熊猫生境的影响范围。结果表明,在岷山,居民活动对大熊猫生境影响最大,影响面积 614 401.20 hm²,占适宜生境的 46.41%,农业活动影响面积占适宜生境的 37.14%,交通影响占适宜生境的 32.91%。由于部分生境受到交通、农业与居民活动的重叠影响,总共有 2 101 099.01hm² 的自然生境已不同程度地受到了生产、生活活动的影响和干扰,占全部面积 60.70%,其中 941 651.87hm²,占全部生境面积的 44.82% 已受到人类活动的严重干扰。

表 4 岷山地区土地利用与森林覆盖特征

植被与土地利用类型 Vegetation and land cover	面积 Area(hm ²)	比例 Percentage(%)
常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forests	70045.88	2.02
落叶阔叶林 Deciduous broad-leaved forests	461355.67	13.33
针阔混交林 Mixed coniferous and deciduous broad-leaved forests	403036.26	11.65
亚高山针叶林 Sun-alpine coniferous forests	538049.64	15.55
针叶林 Low Mountainous coniferous forests	445415.99	12.87
亚高山灌丛 Sub-alpine shrubs	265937.08	7.68
低山灌丛 Low mountainous shrubs	197602.43	5.71
草甸 Grassland Alpine meadows	523044.51	15.11
流石滩植被 Alpine-cushionlike and alpine talus vegetation	82926.44	2.40
冰雪带 Ice cover area	173687.07	5.02
河流与水体 Rivers	7666.44	0.22
耕地 Cropland	273370.75	7.90
居民点 Residential plots	1709.63	0.05
裸地 Barren land	16907.63	0.49
合计 Total	3460755.39	100

运用表 3 的准则,将自然生境适宜性分布图与人类活动的影响范围进行综合分析,得到岷山在人类活动影响下的适宜生境特征(彩图 II)。在岷山,大熊猫实际适宜生境为 770 348.32 hm²,由于森林资源利用、交通、农业活动影响,以及生境隔离等导致的丧失生境 553 413.45 hm²,生境丧失 41.80%,其中适宜生境为 36 610.29 hm²,减少 26 213.85hm²,减少 41.72%,次适宜生境为 733 765.40hm²,减少了 527 199.60hm²,减少 41.81%。

2.4 岷山大熊猫生境空间特征

(1)海拔分布 大熊猫潜在生境在各海拔范围的分布比例相近,其比例最高的海拔是 1500~2000m,占 24.30%。而大熊猫实际生境主要分布在海拔 2500~3800m 之间,占 58.90%,分布在 2000m 以上的生境占 80.89%(表 5)。生境丧失主要发生在 2500m 以下的地区,如,1200~1500m 之间的生境丧失 88.80%,1500~2000m 之间的生境丧失 62.13%。原因是在岷山地区,海拔 2000m 以上的区域,通常居民与耕地少,人类活动对生境的破坏也相对较少。

(2)坡度分布 岷山地区山高坡陡,大熊猫生境多分布在坡地上,潜在生境数据 79% 分布在坡度 25~45° 的坡地上,实际生境更高达 80.24%。坡度较低的生境丧失比例高于高坡度

的生境,如坡度小于 15°的生境丧失比例达 49%以上(表 6)。

(3) 县域分布 空间上,岷山地区大熊猫生境主要分布在岷江的东部山区,其中平武、九寨沟、文县、北川等县的大熊猫潜在生境面积均在 150 000 hm² 以上,平武县的大熊猫潜在生境更是达 375 249.87 hm²,占岷山地区全部生境的 28.35%(表 7)。研究表明,大熊猫生境集中分布在岷山 7 县交界的高山地带。

(4) 生境斑块特征 在岷山地区,大熊猫潜在生境面积占全部面积的 38.24%,由于受人类活动的影响,现在该地区大熊猫适宜生境面积比例只有 22.25%。生境的平均斑块面积减少到 40.89 hm²,斑块密度 0.54,边界密度 22.88(表 8)。这些景观指数表明,岷山地区大熊猫生境破碎化程度在显著增加。

表 5 岷山大熊猫生境的海拔分布

Table 5 Giant panda habitat in different elevations in Minshan

海拔 Elevation(m)	潜在生境 Potential habitat		实际生境 Actual habitat		生境丧失比例 Habitat lost ratios(%)
	面积	比例	面积	比例	
	Area (hm ²)	Percentage(%)	Area (hm ²)	Percentage(%)	
1200~1500	227118.38	17.16	25443.63	3.30	88.80
1500~2000	321637.34	24.30	121794.31	15.81	62.13
2000~2500	238604.65	18.02	169420.30	21.99	28.99
2500~3000	233211.53	17.62	188165.82	24.43	19.31
3000~3800	303217.24	22.91	265551.63	34.47	12.42
合计 Total	1323789.15	100	770375.70	100	41.80

表 6 岷山大熊猫生境的坡度分布

Table 6 Giant panda habitat in different slopes in Minshan

坡度(°) Slope	潜在生境 Potential habitat		实际生境 Actual habitat		生境丧失比例 Habitat lost ratios(%)
	面积	比例	面积	比例	
	Area (hm ²)	Percentage(%)	Area (hm ²)	Percentage(%)	
<5	9146.09	0.69	4660.55	0.60	49.04
5~15	53911.60	4.07	27367.09	3.55	49.24
15~25	231062.00	17.45	120208.81	15.60	47.98
25~30	224093.08	16.93	126777.07	16.46	43.43
30~35	288142.53	21.77	171847.70	22.31	40.36
35~45	517433.86	39.09	319514.50	41.47	38.25
合计 Total	1323789.15	100	770375.70	100	41.80

由于九环公路、茂北路、平青路、若九路、212 线、平松路、北松路、川九路等交通路线,以及农业等人类活动除其自身直接对大熊猫的生境产生不利影响外,还导致大熊猫生境的分隔与破碎化,把岷山大熊猫分割成彼此隔离的 5 个生境单元(彩图 III),使岷山地区大熊猫种群交流受到严重影响。从长远来看,对岷山大熊猫种群的生存与繁衍极其有害。

3 讨论

岷山地区大熊猫生境分布取决于海拔、坡度、地形地貌等地理因素、可食竹的分布、植被类型、人类活动等特征,以及这些因素的组合。研究表明岷山地区有大熊猫潜在生境 1 323 789.15 hm²,由于森林资源利用、交通、农业活动影响、居民薪柴,以及生境破碎化与生境隔离等导致的生境丧失 553 413.45 hm²。研究发现由于居民活动、农业与交通等所造成的生境隔离是岷山大熊猫生境丧失的重要原因。许多生境由于生境隔离、森林资源利用并因此导致的生境退化,使生境不能为大熊猫所利用。目前尚存的大熊猫适宜生境 770 375.7 hm²,也由于交通等隔离而成为至少 5 个相互分隔的生境单元,大熊猫种群交流受到严重阻碍。为了有效地保护岷山大熊猫,应从如下 3 个方面规划大熊猫生境的保护:

(1) 扩大自然保护区范围,使大熊猫生境集中分布区得到严格的保护。从生境空间分布特征来看,大熊猫生境主要分布在岷山 7 县交界的高山地带,包括青川西部、文县南部、平武北部与西部、九寨沟南部与北部、松潘东部、北川西部、茂县东部与南部(图 2)。为了保护大熊猫及其它珍稀濒危物种,目前在岷山地区已建有各类自然保护区 16 个,其中包括有王朗、白水江、唐家河、九寨沟等 4 个国家级自然保护区。据统计,有 330 243.66hm² 的生境分布在自然保护区,这意味着目前仅有 42.9% 的岷山大熊猫生境得到比较严格的保护。根据 2002 年大熊猫调查资料,岷山大熊猫种群近 34.33% 分布在保护区外。因此应进一步加强岷山地区自然保护区建设,对小沟河、白羊、泗耳、边口等现有保护区扩大,以加强岷山大熊猫生境集中分布区的保护,还应在平武县の木皮乡、木座乡、白马乡等建设新的保护区,使唐家河、白水江、王朗、小沟河、勿角等 6 个保护区连成一片。

表 7 岷山地区大熊猫适宜生境的县域分布

Table 7 Giant panda habitat in different counties in Minshan

县名 County	潜在生境 Potential habitat			实际生境 Actual habitat			生境丧失比例 (%) Habitat lost ratios (%)
	适宜面积 Suitable area (hm ²)	次适宜面积 Marginally suitable area(hm ²)	总适宜面积 Total suitable area(hm ²)	适宜面积 Suitable area (hm ²)	次适宜面积 Marginally suitable area(hm ²)	总适宜面积 Total suitable area(hm ²)	
平武县 Pingwu	16758.63	358491.24	375249.87	11590.92	187581.24	199172.16	46.92
松潘县 Songpan	7828.38	106516.62	114345.00	3886.47	82355.49	86241.96	24.58
九寨沟 Jiuzhaigou	24874.83	244207.26	269082.09	11691.99	188139.06	199831.05	25.74
文县 Wenxian	3004.2	196719.94	199724.14	2318.94	98333.28	100652.22	49.60
北川县 Beichuan	4543.65	180254.98	184798.63	3918.06	93340.26	97258.32	47.37
茂县 Maoxian	5065.56	59708.70	64774.26	2582.28	41258.97	43841.25	32.32
青川县 Qingchuan	748.89	115066.27	115815.16	621.63	42757.11	43378.74	62.54
合计 Total	62824.14	1260965.01	1323789.15	36610.29	733765.41	770375.7	41.81

表 8 岷山地区大熊猫生境景观格局特征

Table 8 Landscape pattern characteristics of giant panda habitat in Minshan

生境 Habitats	面积比例 Percentage of area PERCLAND	斑块数 No. of patches NP	平均斑块面积 Average patch area MPS	斑块密度 Patch density PD	边界密度 Edge density ED
潜在生境 Potential habitat	38.24	24187	54.73	0.70	37.96
实际生境 Actual habitat	22.25	18839	40.89	0.54	22.88

(2) 将被隔离的生境单元连接起来,使岷山地区大熊猫生境成为相互连接地整体。岷山大熊猫生境隔离主要是由于交通干线、农业活动与森林资源开发等所导致的生境退化,保护大熊猫生境应消除大熊猫生境隔离因素,增强生境连接程度。根据大熊猫生境隔离状况与隔离原因分析,平武县、九寨沟县与文县的黄土梁地区,九寨沟的若九走廊,平武县与松潘县的施家堡地区,茂县、北川县的土地岭地区,青川与文县的姚渡地区等 5 个地区的生境破坏与交通的发展,是导致岷山地区大熊猫生境隔离的关键区域(图 3)。加强这些地区的生境恢复是使岷山大熊猫生境成为整体的重要措施。

(3) 充分注意人类活动对大熊猫生境的影响。近年来,岷山地区旅游业发展迅速,大规模的交通建设与旅游区的开发将进一步加剧岷山大熊猫生境破碎化程度,从而威胁大熊猫等野生生物的生存与繁衍。在岷山经济建设与资源开发中必须充分注意人类活动对大熊猫生境的影响,尤其交通发展的影响,尽可能避免与减少人类活动的不利影响。

岷山地区是大熊猫的主要分布区,岷山大熊猫生境保护成效将决定大熊猫的命运,加强对岷山地区大熊猫生境的研究与保护,对保护大熊猫及其它珍稀动植物具有特别重要的意义。

References:

- [1] Hu J C, George B. Schaller, et al. *Wolong's Giant Panda*. Chengdu: Sichuan People Press, 1985.
- [2] Hu J C. *Research on Giant Panda*, Shanghai: Shanghai Technological Education Press, 2001.
- [3] Pan W S, Lue Z. *Qinling Refuse for Giant Panda*. Beijing: Beijing University Press, 1988.
- [4] Ouyang Z Y, Zhang H M, Tan Y C, et al. GIS application in giant panda habitat assessment in Wolong Nature Reserve. *China Biosphere Reserve*, 1995, 3.
- [5] Ouyang Z Y, Liu J G, Zhang H M. Community structure of giant panda habitat in Wolong. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, 20(3): 9~12.
- [6] Liu J G, Ouyang Z Y, Yingchun Tan Heming Zhang. Changes in human population structure: implication for biodiversity conservation. *Population and Environment: a Journal of Interdisciplinary Studies*, 1999, 21(3).
- [7] Liu J G, Ouyang Z Y, Taylor W, et al. Impacts of human factors on wildlife habitat: framework and case study on change habitat for

giant pandas. *Conservation Biology*, **13**. 1999.

- [8] State Environmental Protection Administration. *China's Biodiversity Action Plan*. Beijing: Chinese Environmental Science Press, 1995.
- [9] Liu S Z, *et al.* Topography and giant panda in Wolong Reserve. *Wild Animals*, 1984, (1):6.
- [10] Yi P T. Classification and distribution of giant panda edible bamboo (I). *Bamboo Study Collection*, 1985, **4**(1):11.
- [11] Yi P T. Classification and distribution of giant panda edible bamboo(II). *Bamboo Study Collection*. 1985, **4**(2):20~45.
- [12] Hu J C, *et al.* Study on giant panda diets. *Journal of Nanchong Normal College*, 1981, (3):17.
- [13] Tang Z Y. Bamboo and giant panda nutrition. *Wild Animals*, 1983, (5):1.
- [14] Hu J C, *et al.* Biology of giant panda, gold monkey and other rare species. *Journal of Nanchong Normal College*, 1980, (2):1.
- [15] Hu J C, *et al.* Giant panda biology. *Journal of Science*, 1981, **38**(3):181~191.
- [16] Hu J C, *et al.* *Progresses in study of giant panda biology*. Sichuan Science and Technology Press, 1990.
- [17] Ouyang Z Y, Wang R S, Fu G N. Ecological niche suitability model and its application in Taojiang land use planning. *Acta Ecologica Sinica*, 1996, **16**(2): 113~120.

参考文献:

- [1] 胡锦矗, 夏勒, 等. 卧龙的大熊猫, 成都: 四川人民出版社, 1985.
- [2] 胡锦矗. 大熊猫研究. 上海: 上海科技教育出版社, 2001.
- [3] 潘文石, 吕植. 秦岭大熊猫庇护所. 北京: 北京大学出版社, 1988.
- [4] 欧阳志云, 张和民, 谭迎春, 等. 地理信息系统在卧龙自然保护区大熊猫生境评价中的应用. 中国生物圈保护区, 1995, 第 3 期.
- [5] 欧阳志云, 刘建国, 张和民. 大熊猫生境群落结构研究. 生态学报, 2000, **20**(3):9~12.
- [8] 国家环境保护局. 中国生物多样性保护行动计划. 北京: 环境科学出版社, 1995.
- [9] 刘淑珍, 等. 卧龙地貌的特征和大熊猫. 野生动物, 1984, (1):6.
- [10] 易同培. 大熊猫主食竹种的分类和分布(I). 竹子研究汇刊, 1985, **4**(1):11.
- [11] 易同培. 大熊猫主食竹种的分类和分布(II). 竹子研究汇刊, 1985, **4**(2):20~45.
- [12] 胡锦矗, 等. 大熊猫的食性研究. 南充师范学报, 1981, (3):17.
- [13] 唐稚英. 竹子与大熊猫的营养. 野生动物, 1983, (5):1.
- [14] 胡锦矗, 等. 大熊猫、金丝猴等珍稀动物生态生物学研究. 南充师范学报, 1980, (2):1.
- [15] 胡锦矗, 等. 大熊猫的生物学. 科学杂志, 1981, **38**(3):181~191.
- [16] 胡锦矗, 等. 大熊猫生物学研究与进展. 成都: 四川科学技术出版社, 1990.
- [17] 欧阳志云, 王如松, 符桂南. 生态位适宜度模型及其在桃江土地利用规划中的应用. 生态学报, 1996, **16**(2): 113~120.



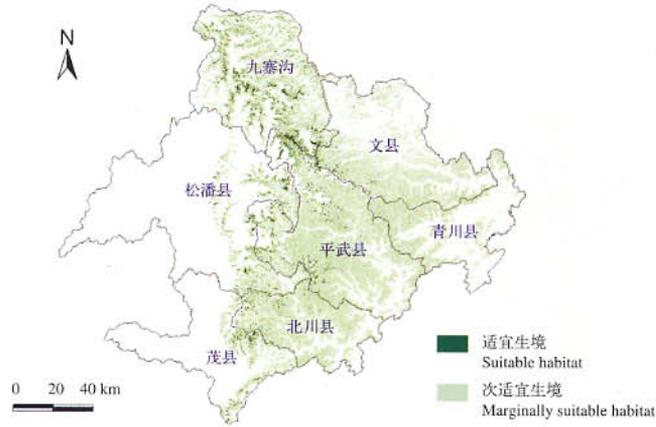


图 I 岷山地区大熊猫潜在适宜生境分布

Plate I Potential habitate distribution of Giant Panda in Minshan area



图 II 人类活动影响下的岷山大熊猫生境空间分布特征

Plate II Human activity shifted habitat distribution of Giant Panda in Minshan

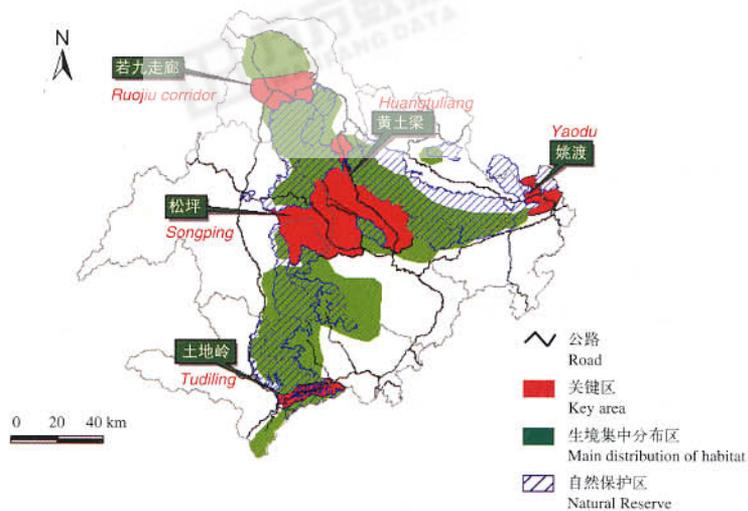


图 III 岷山地区大熊猫生境单元与生境隔离关键地区

Plate III Giant Panda habitat units and key areas for habitat protection in Minshan