

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第32卷 第13期 Vol.32 No.13 **2012**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

中国科学院科学出版基金资助出版

第 32 卷 第 13 期 2012 年 7 月 (半月刊)

目 次

砂质潮间带自由生活海洋线虫对缺氧的响应——微型受控生态系研究.....	华 尔, 李 佳, 董 洁, 等 (3975)
植物种群自疏过程中构件生物量与密度的关系	黎 磊, 周道玮, 盛连喜 (3987)
基于景观感知敏感度的生态旅游地观光线路自动选址.....	李继峰, 李仁杰 (3998)
基于能值的沼气农业生态系统可持续发展水平综合评价——以恭城县为例.....	杨 谨, 陈 彬, 刘耕源 (4007)
内蒙古荒漠草原植被盖度的空间异质性动态分析.....	颜 亮, 周广胜, 张 峰, 等 (4017)
典型草地的土壤保持价值流量过程比较.....	裴 厦, 谢高地, 李士美, 等 (4025)
长沙市区马尾松人工林生态系统碳储量及其空间分布.....	巫 涛, 彭重华, 田大伦, 等 (4034)
厦门市七种药用植物根围 AM 真菌的侵染率和多样性	姜 攀, 王明元 (4043)
Cd、低 Pb/Cd 下冬小麦幼苗根系分泌物酚酸、糖类及与根际土壤微生物活性的关系	贾 夏, 董岁明, 周春娟 (4052)
凉水保护区土壤产类漆酶-多铜氧化酶细菌群落结构	赵 丹, 谷惠琦, 崔岱宗, 等 (4062)
盐渍化土壤根际微生物群落及土壤因子对 AM 真菌的影响.....	卢鑫萍, 杜 茜, 闫永利, 等 (4071)
菌丝室接种解磷细菌 <i>Bacillus megaterium</i> C4 对土壤有机磷矿化和植物吸收的影响.....	张 林, 丁效东, 王 菲, 等 (4079)
闽江河口不同河段芦苇湿地土壤碳氮磷生态化学计量学特征.....	王维奇, 王 纯, 曾从盛, 等 (4087)
高山森林三种细根分解初期微生物生物量动态.....	武志超, 吴福忠, 杨万勤, 等 (4094)
模拟降水对古尔班通古特沙漠生物结皮表观土壤碳通量的影响	吴 林, 苏延桂, 张元明 (4103)
铁皮石斛组培苗移栽驯化过程中叶片光合特性、超微结构及根系活力的变化	濮晓珍, 尹春英, 周晓波, 等 (4114)
不同产量水平旱地冬小麦品种干物质累积和转移的差异分析.....	周 玲, 王朝辉, 李富翠, 等 (4123)
基于作物模型的低温冷害对我国东北三省玉米产量影响评估.....	张建平, 王春乙, 赵艳霞, 等 (4132)
黄土高原 1961—2009 年参考作物蒸散量的时空变异.....	李 志 (4139)
莫莫格湿地芦苇对水盐变化的生理生态响应.....	邓春暖, 章光新, 李红艳, 等 (4146)
不同蚯蚓采样方法对比研究.....	范如芹, 张晓平, 梁爱珍, 等 (4154)
亚洲玉米螟成虫寿命与繁殖力的地理差异.....	涂小云, 陈元生, 夏勤雯, 等 (4160)
黑河上游天然草地蝗虫空间异质性与分布格局.....	赵成章, 李丽丽, 王大为, 等 (4166)
苦瓜叶乙酸乙酯提取物对斜纹夜蛾实验种群的抑制作用.....	骆 颖, 凌 冰, 谢杰峰, 等 (4173)
长江口中国花鲈食性分析.....	洪巧巧, 庄 平, 杨 刚, 等 (4181)
基于线粒体控制区序列的黄河上游厚唇裸重唇鱼种群遗传结构.....	苏军虎, 张艳萍, 娄忠玉, 等 (4191)
镉暴露对黑斑蛙精巢 ROS 的诱导及其蛋白质氧化损伤作用机理	曹 慧, 施蔡雷, 贾秀英 (4199)
北方草地牛粪中金龟子的多样性.....	樊三龙, 方 红, 高传部, 等 (4207)
合肥秋冬季茶园天敌对假眼小绿叶蝉和茶蚜的空间跟随关系.....	杨 林, 郭 骅, 毕守东, 等 (4215)
植被、海拔、人为干扰对大中型野生动物分布的影响——以九寨沟自然保护区为例.....	张 跃, 雷开明, 张语克, 等 (4228)
基于社会网络分析法的生态工业园典型案例研究.....	杨丽花, 佟连军 (4236)
基于生命周期的户用沼气系统可用能核算——以广西恭城瑶族自治县为例.....	齐 静, 陈 彬, 戴 婧, 等 (4246)
专论与综述	
水文情势与盐分变化对湿地植被的影响研究综述	章光新 (4254)
松嫩碱化草甸土壤种子库格局、动态研究进展	马红媛, 梁正伟, 吕丙盛, 等 (4261)
一种新的景观扩张指数的定义与实现	武鹏飞, 周德民, 官辉力 (4270)
研究简报	
华山新麦草光合特性对干旱胁迫的响应.....	李 倩, 王 明, 王雯雯, 等 (4278)
美丽海绵提取物防污损作用	曹文浩, 严 涛, 刘永宏, 等 (4285)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 306 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 37 * 2012-07



封面图说: 涵养水源——在长白山南坡的峭壁上, 生长在坡面上的森林所涵养的水源还在汨汨地往下流个不停, 深红色的落叶掉在了苔藓上, 这里已经是长白山的深秋了。虽然雨季已经过去了很久, 但是林下厚厚的枯枝落叶层、腐殖质层、苔藓草本层所涵养的水分还在不间断地流淌, 细细的水线在壁下汇成了溪、汇成了河。涵养水源是森林的主要生态功能之一。

彩图提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201106090768

张跃, 雷开明, 张语克, 肖长林, 杨玉花, 孙鸿鸥, 李淑君. 植被、海拔、人为干扰对大中型野生动物分布的影响——以九寨沟自然保护区为例. 生态学报, 2012, 32(13): 4228-4235.

Zhang Y, Lei K M, Zhang Y K, Xiao C L, Yang Y H, Sun H G, Li S J. Effects of vegetation, elevation and human disturbance on the distribution of large- and medium-sized wildlife: a case study in Jiuzhaigou Nature Reserve. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(13): 4228-4235.

植被、海拔、人为干扰对大中型野生动物分布的影响 ——以九寨沟自然保护区为例

张 跃, 雷开明, 张语克*, 肖长林, 杨玉花, 孙鸿鸥, 李淑君

(九寨沟国家级自然保护区, 阿坝 623402)

摘要:利用九寨沟自然保护区内 8 条动物监测样线在 2003—2010 年的生态监测数据, 分析了植被、海拔、人为干扰对大中型野生动物分布的影响, 结果显示: 1) 本监测共记录到保护区内大中型野生动物 26 种, 其中兽类 18 种, 鸟类 8 种, 属于我国 I 级、II 级保护动物的分别有 5 种和 11 种。2) 针阔混交林和针叶林是大中型野生动物种类最丰富的两种植被类型(分别有 26 种和 17 种), 阔叶林和灌丛次之(分别为 10 种和 12 种), 草地最少(2 种)。3) 海拔 2400 m 以下的地方, 大中型野生动物种类稀少, 为 10 种, 2400—2599 m 海拔段物种数增加至 20 种, 之后随海拔上升物种丰富度下降。4) 人为干扰显著影响大中型野生动物的空间分布: 历史上的人类活动将原生森林植被转化为次生的落叶阔叶林、灌丛和草地, 使树正、亚纳和尖盘等地下坡位(相对海拔 0—199 m)的大中型野生动物的物种丰富度降低(分别为 4、2、2 种)。包括旅游活动和交通在内的人为干扰, 可能导致附近 50m 海拔范围内保护动物的缺失, 并使下坡位的某些物种向高海拔处移动。生境破碎化则使野生动物的种类组成发生改变, 使原有森林内部优势种, 如羚牛 (*Budorcas taxicolor*), 逐渐被适应能力强的物种, 如豹猫 (*Prionailurus bengalensis*)、雉鸡 (*Phasianus colchicus*) 和野猪 (*Sus scrofa*) 等所取代, 并将长期影响野生动物种群的存活。当前九寨沟自然保护区大中型野生动物的分布是植被、海拔与人为干扰综合作用的结果。

关键词:野生动物; 植被; 海拔; 人为干扰

Effects of vegetation, elevation and human disturbance on the distribution of large- and medium-sized wildlife: a case study in Jiuzhaigou Nature Reserve

ZHANG Yue, LEI Kaiming, ZHANG Yuke*, XIAO Changlin, YANG Yuhua, SUN Hongou, LI Shujun

Jiuzhaigou national nature reserve, Aba 623402, China

Abstract: Animals are integral components of ecosystems, and play important roles in maintaining their function. However, animals are affected by various factors in their habitats. For example, vegetation is an important component of habitat, providing refuge and food. A single mountain may provide a series of climatically different ecological zones over a short elevation change and thus provide diverse habitats for wildlife. Both vegetation and elevation affect wildlife distribution. Protected areas are attracting an increasing number of people and are vulnerable to urban development, which inevitably influences the activity and survival of wildlife. Jiuzhaigou National Nature reserve, which is located in the north of Sichuan Province, in southwest China, has a population of more than 1000 indigenous people, along with a high diversity of wildlife, and in recent years has received nearly 2 million visitors each year. To identify the effects of the environment and human activities on wildlife, and to develop biodiversity protection measures, long-term population monitoring is necessary.

基金项目:世界自然基金会(WWF)四川省大熊猫及其栖息地监测(CN0860, CN0865, CN0892, 10000859)

收稿日期:2011-06-09; **修订日期:**2012-02-01

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhyuke@tom.com

Data were analyzed from 8 wildlife monitoring transects in Jiuzhaigou Nature Reserve from 2003 to 2010 to investigate the effects of vegetation, elevation and human disturbance on the distribution of large- and medium-sized wildlife. Twenty-six species of large- and medium-sized wildlife were observed, consisting of 18 species of animals and 8 species of birds, 5 and 11 species of which belonged to the first and second class of protected animals in China. Large- and medium-sized wildlife were most abundant in mixed and coniferous forest (26 and 17 species); less in deciduous broadleaved forest and shrub (10 and 12 species); and least in grassland (2 species). Only 10 species were found below 2400 m; the number increased to 20 between 2400 and 2599 m; after which the number declined with increasing elevation. Human disturbance has had significant effects on large- and medium- sized wildlife distribution. Because of human activities, the original primary forests changed into secondary deciduous broadleaved forest, shrub and grassland, which led to a lower abundance of large- and medium- sized wildlife on the lower slopes (elevation of 0 - 199 m relative to the starting point of the monitoring transect) in Shuzheng, Yanan and Jianpan (4, 2 and 2 species respectively). Human disturbances, including tourism and traffic, probably led to loss of protected animals in the adjacent 50 m elevation range by causing some species to move from the lower slopes to higher elevations. Habitat fragmentation has changed wildlife species community composition, and led to the original forest-interior dominant species (such as *Budorcas taxicolor*) being gradually replaced by species with strong adaptability (such as *Prionailurus bengalensis*, *Phasianus colchicus* and *Sus scrofa*), and is likely to continue to affect population survival over the long term. In summary, vegetation was the primary factor affecting large- and medium- sized wildlife distributions; vegetation distribution determined wildlife distribution in this reserve. Human disturbance directly and indirectly decreased species richness at lower elevations by leading to disturbance avoidance and vegetation change, respectively. Elevation had an indirect effect on wildlife distribution by creating a gradient in the natural environment and affecting the extent of human activities. Currently, the distribution of large- and medium-sized wildlife in Jiuzhaigou nature reserve is jointly affected by vegetation, elevation and human disturbances.

Key Words: wildlife; vegetation; elevation; human disturbance

野生动物是维系生态系统的能量流和物质循环的重要环节,是生态系统中的活跃部分^[1],对维持生态系统正常功能具有重要意义。任何一种动物的生活,都要受到栖息地内各种要素的制约^[2]。植被是栖息地的重要组成部分,是野生动物赖以生存的栖息环境和食物来源^[3],不同植被带内的动物组成和它们的生态学特点基本上各不相同^[4]。山地在较短的海拔距离内存在着一系列不同气候的生物带^[5],海拔变化影响着野生动物物种的分布。物种丰富度和相对多度随海拔的变化格局已经得到生态学家的广泛关注^[6-11]。一些研究表明,非飞行兽类的物种多样性最多的地方往往是在山的中部^[7],但也有研究显示不同的结果^[6,8,11]。现今,越来越多的人和基础设施建设在进入自然保护区^[12]。人类活动,例如土地利用、交通、打猎、放牧等,已经导致了野生动物的物种间相互作用改变^[12],空间分布变化^[13],种群数量下降^[14]和灭绝速率加快^[15]等后果。

大中型野生动物是自然界中的敏感物种,开展这些物种的长期监测,能及时反映自然环境的变化,也是制定物种及生物多样性保护措施的科学依据。本文基于九寨沟自然保护区 2003—2010 年上半年的生态监测记录,分析大中型野生动物的分布格局,并总结了植被、海拔与人为干扰 3 种因素对区内大中型野生动物空间分布的影响,以期为保护管理提供理论依据。

1 保护区概况

九寨沟自然保护区地处青藏高原向四川盆地陡跌的过渡地带,位于四川省阿坝藏族羌族自治州境内,地理坐标 103°46'—104°05'E, 32°55'—33°16'N,总面积 64293.7 km²。区内地势南高北低,海拔梯度在 1996—4764 m 之间,相对高差达 2768 m。九寨沟地处高原气候区,年均温 7.3 ℃,最热月(7 月)月均温 16.8 ℃,最冷月(1 月)月均温-8.7 ℃,年降水量 622 mm,降水集中在 5—9 月,降水量随海拔增加而增加,流域水系密度 0.8 km/km²,径流总量 2.85×10⁸ m³。区内湖泊众多,总面积 2.85 km²,主要分布于日则沟和树正沟^[16]。由于

海拔高差大,保护区内植被类型具有明显的垂直分布格局。从低海拔开始,大体上呈现出由落叶阔叶林向针阔混交林、温性针叶林、寒温性针叶林、灌丛、草甸、流石滩稀疏植被逐渐转变的分布格局,其中针叶林是九寨沟内分布最广的主要森林群落。九寨沟丰富的生境类型为大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*)、川金丝猴 (*Rhinopithecus roxellanae*)、羚牛 (*Budorcas taxicolor*) 等国家级保护动物提供了重要的栖息场所,据 2002 年至 2003 年大规模的本底调查显示^[16],九寨沟自然保护区有动植物物种(地衣及土壤动物除外)3634 种,其中兽类 78 种(Ⅰ级 6 种,Ⅱ级 14 种),鸟类 223 种(Ⅰ级 4 种,Ⅱ级 23 种),物种的珍稀性明显。

九寨沟保护区原有 9 个村寨分布,主要集中在北部地势开阔处;后因旅游发展,大部分居民于 20 世纪 90 年代搬迁至现在的景区公路两侧,现有居民 1000 多名。九寨沟又是著名的风景名胜区,近年来每年旅游人次在 200 万人次左右,呈上升趋势,旅游发展迅速。

2 研究方法

2.1 监测样线的布设

本文的大中型野生动物包括兽类中的食肉目、偶蹄目、啮齿类的豪猪和鸟类中的鸡形目。监测采用样线法,样线设计以最短距离穿越最多生境和较易行走为原则,长度控制在 3—5 km。共有固定监测样线 8 条,样线分布如图 1 所示。监测频率为每季节开展 1 次;2009 年下半年由于在其他地方增加了新样线,监测频率改为春、秋两季各开展 1 次,监测样线基本情况见表 1。

2.2 动物痕迹的记录与统计

监测时仔细观察样线左右 5 m 范围内的动物痕迹,发现当次监测新出现的动物痕迹,或植被类型发生变化时,用 GPS 定位,填表记录经纬度、海拔、痕迹类型、植被类型、坡位、干扰情况等信息。痕迹类型包括实体、粪便、食迹、足迹、羽毛、鸣叫、爪痕、尸体等。其中粪便团粒的形状、大小、数量和海拔高度等环境特征是辨别兽类物种的主要依据,食迹则是川金丝猴、黑熊、野猪、猪獾和狗獾等兽类的另一种主要判断依据。几种易混的雉类主要依据实体、鸣声及羽毛进行种类判别。同一条样线上,遇见某一物种的监测次数占总监测次数的百分比定义为该物种在该区域的样线遇见率。

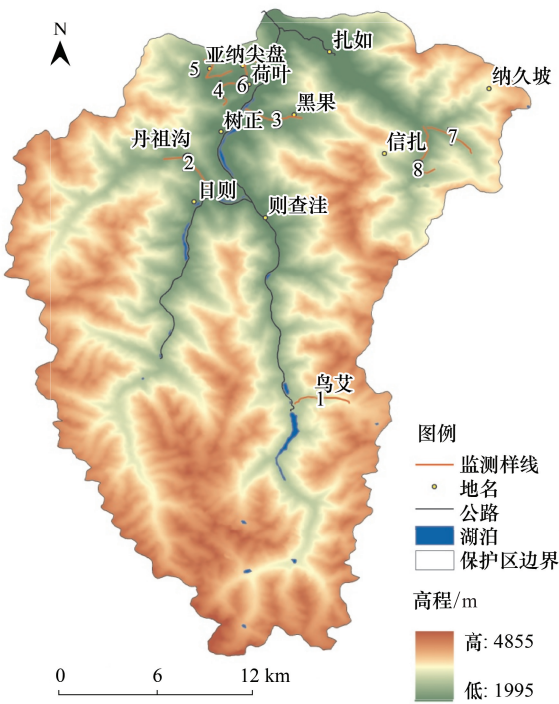


图 1 监测样线分布

Fig. 1 Monitoring transects distribution

表 1 九寨沟自然保护区大中型野生动物监测样线

Table 1 Large- and medium-sized wildlife monitoring transects in Jiuzhaigou nature reserve				
样线编号 Monitoring transect	小地名 Place name	海拔范围/m Elevation range	生境描述 Description of habitat	监测次数 Monitoring frequency
1	鸟艾	3000—3630	植被类型主要为针叶林,其次是针阔混交林。	26
2	丹祖沟	2350—2740	以针阔混交林为主,间有落叶阔叶林,上坡位多针叶林。	26
3	黑果	2130—2760	主要为针阔混交林,其次在黑果寨周围有灌丛、草地植被。	25
4	树正	2300—3140	起始于村寨周围的退耕地,主要为针阔混交林和落叶阔叶林,在海拔较高的地方有针叶林分布	26
5	亚纳	2350—2860	起始于村寨周围的退耕地,灌丛为主,在海拔较高的地方有针阔混交林和针叶林分布	26
6	尖盘	2230—2800	起始于村寨周围的退耕地,灌丛为主,在海拔较高的地方有针阔混交林和针叶林分布	26
7	纳久坡	2480—3030	主要为针阔混交林和针叶林	25
8	信扎	2480—3280	主要为针阔混交林和针叶林	26

2.3 人为干扰类型

社区、旅游和交通是九寨沟自然保护区内的主要人为干扰类型,分别以村舍、栈道和旅游公路为实物标志。社区干扰包括村民的生产生活活动产生的影响,需要指出的是保护区成立以后,随着农牧业向旅游业的逐渐转变,干扰强度相对减弱。而旅游和交通干扰则逐渐加强,且主要分布在三条主沟的下坡位。本文主要根据样线与标志物的距离(表2),同时结合土地利用历史(20世纪60年代以来)、地表植被踩踏程度、游客垃圾、声音及交通噪声等因素综合判断干扰的强弱。

表2 监测样线与3种干扰标志物的最近距离

Table 2 The shortest distances between monitoring transects and the 3 kinds of disturbance markers

样线编号 Monitoring transect	村舍/m Cottage	栈道/m Board walk	旅游公路/m Tourist road
1	—	400—500	400—500
2	—	< 100	100—200
3	100—200	< 100	< 100
4	< 100	—	—
5	< 100	—	—
6	< 100	—	—
7	—	—	—
8	—	—	—

“—”表示附近(1000 m内)无该种干扰标志物

3 结果

3.1 不同样线的物种分布状况

共记录到8条样线的26种大中型兽类及鸟类,其中Ⅰ级保护动物5种,Ⅱ级保护动物11种。不同物种的样线遇见率如表3所示。

表3 不同物种的样线遇见率/%

Table 3 Transect encounter rates of different species

物种名称 Common name	保护级别 National protected level	监测样线 Monitoring transect							
		1	2	3	4	5	6	7	8
川金丝猴 <i>Rhinopithecus roxellanae</i>	Ⅰ								3.8
黑熊 <i>Selenarctos thibetanus</i>	Ⅱ	23.1		4.0	3.8			48.0	7.7
黄喉貂 <i>Martes flavigula</i>	Ⅱ	3.8	11.5	4.0					
黄鼬 <i>Mustela sibirica</i>				4.0				8.0	
猪獾 <i>Arctonyx collaris</i>			26.9	16.0	26.9	11.5	15.4	12.0	3.8
狗獾 <i>Meles meles</i>		3.8			3.8	7.7			
金猫 <i>Catopuma temminckii</i>	Ⅱ	3.8							3.8
豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>		61.5	19.2	88.0	19.2	57.7	65.4	20.0	7.7
藏狐 <i>Vulpes . ferrilata</i>		3.8	3.8						
果子狸 <i>Paguma larvata</i>		3.8	26.9			7.7		4.0	
林麝 <i>Moschus berezovskii</i>	Ⅰ				3.8				3.8
斑羚 <i>Naemorhedus goral</i>	Ⅱ	15.4		4.0	7.7			12.0	50.0
鬃羚 <i>Capricornis sumatraensis</i>	Ⅱ		3.8	12.0	3.8	3.8		4.0	61.5
羚牛 <i>Budorcas taxicolor</i>	Ⅱ	42.3	19.2	12.0	3.8			56.0	88.5
岩羊 <i>Pseudois nayaur</i>	Ⅱ	15.4	3.8					4.0	7.7
毛冠鹿 <i>Elaphodus cephalophus</i>		3.8	3.8		3.8				
野猪 <i>Sus scrofa</i>			50.0	40.0	61.5	26.9	11.5	24.0	15.4

续表

物种名称 Common name	保护级别 National protected level	监测样线 Monitoring transect							
		1	2	3	4	5	6	7	8
豪猪 <i>Hystrix hodgsoni</i>		3.8	15.4	4.0	34.6	3.8	11.5	20.0	3.8
斑尾榛鸡 <i>Bonasa sewerzowi</i>	I	11.5	15.4	8.0		3.8		24.0	3.8
绿尾虹雉 <i>Lophophorus lhuysii</i>	I	3.8							11.5
雉鹑 <i>Tetraophasis obscurus</i>	I	7.7				3.8		16.0	
红腹角雉 <i>Tragopan temminckii</i>	II		3.8					4.0	
红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>	II		3.8		3.8	19.2	15.4		
蓝马鸡 <i>Crossoptilon auritum</i>	II	23.1		4.0			3.8	12.0	7.7
血雉 <i>Ithaginis cruentus</i>	II	15.4	3.8	4.0		3.8	3.8	4.0	
雉鸡 <i>Phasianus colchicus</i>		7.7		32.0	61.5	84.6	88.5	4.0	3.8
动物种数 Number of species		18	15	14	13	12	8	17	16

从表 3 可以看出,大中型兽类的种数在亚纳和尖盘(样线 5、6)分别为 7 种和 4 种,明显少于其他样线(≥ 10 种)。大中型鸟类在鸟艾和纳久坡(样线 1、7)种数最多(均为 6 种),树正最少(2 种)。总体上,豹猫、豪猪、猪獾、野猪和雉鸡分布最广(≥7 条样线)。物种数最多,保护动物最集中的地方是鸟艾、信扎和纳久坡,最少的是尖盘。

在保护兽类中,川金丝猴是最少遇见的,只 2004 年在信扎记录到 1 次,而林麝、金猫均只记录到 2 次。羚牛的遇见率最高,除亚纳和尖盘外均有分布,特别是在信扎,遇见率达到 88.5%。在保护鸟类中,红腹角雉最少见,只记录到 2 次,其次是绿尾虹雉,记录到 4 次,而分布最广(6 条样线),总遇见率最高(8.25%)的是斑尾榛鸡。

3.2 不同植被类型的物种分布

监测区域内的植被分为 5 种类型,分别是针叶林、针阔混交林、阔叶林、灌丛和草地。

5 种植被类型的大中型野生动物种类及优势物种(痕迹比例≥10%)如表 4 所示。针阔混交林的物种种类最多,包括了记录到的 26 种大中型兽类和鸟类,其次是针叶林,在 58 个痕迹中就有 17 种动物,草地的动物种类最少,只有 2 种。羚牛主要分布在针叶林和针阔混交林,而豹猫在多种植被类型中均占优势。

表 4 5 种植被类型的物种分布
Table 4 Species distribution within 5 vegetation types

植被类型 Types of plant	动物种类 Specie richness	痕迹总数 No. of traces	优势物种(痕迹比例≥10%) Dominant species (proportion of the total ≥10%)
针叶林	17	58	羚牛(20.69%),豹猫(17.24%)
针阔混交林	26	367	豹猫(16.35%),羚牛(14.44%),野猪(14.17%)
阔叶林	10	22	野猪(31.82%),雉鸡(22.73%)
灌丛	12	110	雉鸡(54.55%),豹猫(23.64%)
草地	2	9	雉鸡(77.78%),豹猫(22.22%)

3.3 不同海拔区间的物种分布

将样线分布的海拔范围分为 5 个区间,其中 3000 m 以上的地方只有 1 条样线分布,故不再细分。由表 5 可以看出,不管是兽类还是鸟类,物种的种类数在 2400 m 以下均是最少的,而在 2400 m 以上的 4 个海拔区间内,物种种数相差不大,其中 2400—2599 m 海拔区间的物种种数最多。

3.4 不同坡位的物种分布

将各监测样线所在的地形分为 3 个坡位,从样线起点到相对海拔 199 m 之间为下坡位,相对海拔 200—399 m 为中坡位,相对海拔 400 m 到样线终点为上坡位。不同坡位的物种丰富度如表 6 所示。起始海拔在

2400 m 以下的 5 条样线(丹祖沟、黑果、树正、亚纳和尖盘)在下坡位(0—199 m)的物种丰富度最低;而起始海拔在 2400 m 以上的 3 条样线(鸟艾、纳久坡和信扎),下坡位的物种丰富度最高,且随海拔升高,物种丰富度降低。比较下坡位与中坡位的物种丰富度来看,旅游和交通对鸟艾的影响不明显,对丹祖沟与黑果则有一定程度的影响;而树正、亚纳和尖盘则明显受到社区的干扰。比较不同地方相对海拔 50 m 以内的物种数,发现除鸟艾、纳久坡和信扎外,其余地方均没有保护动物出现,且人为干扰较强的 4 个地方(黑果、树正、亚纳、尖盘),豹猫和雉鸡是常见种。

表 5 不同海拔区间的物种分布
Table 5 Species distribution within different elevational intervals

	< 2400m	2400—2599 m	2600—2799 m	2800—2999 m	≥3000 m
兽类 Animale	8	14	13	10	12
鸟类 Birds	2	6	6	7	6
总计 Total	10	20	19	17	18

表 6 不同坡位的物种丰富度
Table 6 Species richness within different slope positions

地点 Sites	起始海拔/m Elevation of starting point	下坡位 Lower slope	中坡位 Middle slope	上坡位 Upper slope	相对海拔 0—49m 内的物种 Different species within the relative elevation of 0—49 m
鸟艾	3000	13	13	4	豹猫、蓝马鸡、血雉
丹祖沟	2350	10	12		果子狸、野猪
黑果	2130	6	8	9	豹猫、雉鸡
树正	2300	4	9	7	豹猫、雉鸡、猪獾
亚纳	2350	2	8	8	豹猫、雉鸡
尖盘	2230	2	5	7	雉鸡
纳久坡	2480	12	9	8	雉鹑、豪猪
信扎	2480	11	10	6	羚牛、斑羚、鬣羚、金猫

4 讨论

4.1 植被对大中型野生动物空间分布的影响

植被是野生动物栖息地的主要因子,植被类型的差异导致大中型野生动物分布的差异。针阔混交林、针叶林是保护区内大中型野生动物物种最丰富的两种植被类型,阔叶林和灌丛次之,草地最少。这与前两种植被类型分布海拔高,受人为干扰影响小,食物资源和隐蔽条件较为丰富有关。因此针阔混交林与针叶林的空间分布,一定程度上反映了保护区内大中型野生动物的空间分布格局。

从时间动态来看,据郝云庆等的研究^[17],1974 年九寨沟自然保护区原有针叶林和针阔混交林面积共 24561.09 hm²,受到森林采伐影响,到 1994 年减少为 23962.68 hm²,此后到 2002 年,进一步缩小为 21232.8 hm²,可以推测 1974 年以来区内大中型野生动物的物种多样性可能存在降低的趋势。

4.2 海拔对大中型野生动物空间分布的影响

九寨沟保护区内 2000—2400 m 海拔段大中型野生动物的物种丰富度相对较低,这主要是因为该海拔段长期的人类活动造成了植被类型变化;且该区域属于旅游区,人类干扰强烈^[16]。在海拔 2400—4000 m 的地方植被类型主要是针叶林、针阔混交林、落叶阔叶林和灌丛,食物资源丰富,物种最丰富^[16],是大中型野生动物的主要分布区。海拔 4000 m 以上气候条件恶劣,能适应这一高海拔的物种数少^[16]。又因九寨沟保护区最低海拔 1996 m,远高于海平面,所以跟许多研究过的山坡上,物种丰富度最大的地方是在中间海拔段^[7]的机理有所不同,不能简单地用初级生产力的地理分布来解释,其大中型野生动物物种丰富度的海拔分布格局是人为活动影响下的先上升后下降。

4.3 人为干扰对大中型野生动物空间分布的影响

首先,人为干扰通过改变植被类型,对野生动物的栖息环境产生影响。先期的耕作、放牧和薪柴砍伐等社区人为活动改变了周围的原生森林植被,1999 年实施退耕还林后,在村舍附近产生大面积的灌丛和草地。此外,10 世纪林场对 3 条主沟(树正沟、则查洼沟、日则沟)两侧原生林的采伐,导致了这些地方大面积的次生落叶阔叶林的出现^[16]。针叶林和针阔混交林的减少,是大中型野生动物在 2000—2400 m 海拔段种类减少的主要原因。

其次,人为干扰使野生动物回避人类活动区域。Bergström 等发现,包括打猎和放牧在内的直接人为干扰,使野生食草动物活动区域远离村庄 10 km^[13]。大多数大型兽类、鸟类,特别是森林内部种、边缘敏感种都回避公路^[18]。动物对道路的回避,尤其是交通噪声导致的回避,具有重要的生态影响^[19]。旅游活动、交通(以及黑果的放牧)可能是丹祖沟和黑果下坡位大中型野生动物丰富度降低的原因之一。在丹祖沟、黑果、树正、亚纳和尖盘,相对起点 50 m 的海拔范围内均没有保护动物出现,也可能与此有关。符建荣等^[20]对九寨沟保护区的鸟类调查亦显示,在旅游公路沿线和游人常走的游道区域,鸟类种类和种群数量都较少,主要是一些常见种。

第三,人为干扰已经导致九寨沟保护区内森林的破碎化^[17]。森林的破碎使得森林内部的动物赖以生存的环境丧失,这些动物将被林缘或开阔地的种类代替^[21]。监测结果显示在黑果、树正、亚纳和尖盘 4 个人为干扰强烈的地方,碰到羚牛痕迹的几率只有 3.88%,远小于其他地方的 51.46%;相反,这些地方的豹猫、雉鸡和野猪则更为常见。另一方面,旅游活动也可能导致某些生活在附近生境中的物种遇见率增加,例如景区内经常发现有果子狸到垃圾桶里翻找食物。长期来看,生境破碎化将最终影响野生动物种群的存活^[22]。

综上所述,植被是九寨沟自然保护区大中型野生动物分布的主要直接影响因素;人为干扰通过产生回避效应和改变植被类型等方式直接或间接地降低了低海拔处的物种丰富度;海拔因素则通过自然环境与人为活动的垂直变化间接地对动物分布格局产生影响。当前九寨沟自然保护区大中型野生动物的分布是植被、海拔与人为活动综合作用的结果。

致谢: 九寨沟管理局杜杰对本文修改提供帮助,特此致谢。

References:

- [1] Jiang Z G. Values and ecological service function of wildlife. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(11): 1909-1917.
- [2] Liu L Y, Zheng G M. General Zoology. 3rd ed. Beijing: Higher Education Press, 1997: 641-641.
- [3] Ma R J, Jiang Z G. Impact of global climate change on wildlife. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(11): 3061-3066.
- [4] Sun H L. Chinese Ecosystem(Volume 1). Beijing: Science Press. 2005: 58-58.
- [5] Körner C. Mountain biodiversity, its causes and function: an overview//Körner C, Spehn E M, eds. *Mountain Biodiversity: A Global Assessment*. London: Parthenon Publishing, 2002: 3-20.
- [6] Liao W B. A comparison of diversity for non-volant small mammal between high and low altitudes in Laojunshan nature reserve. *Journal of China West Normal University: Natural Sciences*, 2010, 31(3): 221-228.
- [7] Brown J H. Mammals on mountainsides: elevational patterns of diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 2001, 10(1): 101-109.
- [8] Patterson B D, Stotz D F, Solari S, Fitzpatrick J W, Pacheco V. Contrasting patterns of elevational zonation for birds and mammals in the Andes of southeastern Peru. *Journal of Biogeography*, 1998, 25(3): 593-607.
- [9] Rahber C. The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? *Ecography*, 1995, 18(2): 200-205.
- [10] Zeng Z G, Song Y L, Ma Y T, Wang X F, Wu X T, Xie Z F, Shao J B, Li C N. Fauna characteristics and ecological distribution of carnivora and artiodactyla in Niubeiliang nature reserve. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(9): 2249-2255.
- [11] Zeng Z G, Gong H S, Song Y L, Miao T, Ma S R. Resource, fauna and ecological distribution of large and medium-sized mammals in Majiashan nature reserve, Shanxi. *Sichuan Journal of Zoology*, 2006, 25(1): 87-91.
- [12] Berger J. Fear, human shields and the redistribution of prey and predators in protected areas. *Biology Letters*, 2007, 3(6): 620-623.
- [13] Bergström R, Skarpe C. The abundance of large wild herbivores in a semi-arid savanna in relation to seasons, pans and livestock. *African Journal of Ecology*, 1999, 37(1): 12-26.

- [14] Woodroffe R. Predators and people; using human densities to interpret declines of large carnivores. *Animal Conservation*, 2000, 3(2): 165-173.
- [15] Brashares J S, Arcese P, Sam M K. Human demography and reserve size predict wildlife extinction in West Africa. *Proceedings of the royal society B: Biological Sciences*, 2001, 268(1484): 2473-2478.
- [16] Liu S Y, Zhang X P, Zeng Z Y. Biodiversity in Jiuzhaigou Nature Reserve. Chengdu: Sichuan Science and Tecnology Publishing House, 2007.
- [17] Hao Y Q, Jiang H, Wang J X, Jin J, Ma Y D. Vegetation landscape change pattern and habitats fragmentation in Jiuzhaigou nature reserve. *Scientia Geographica Sinica*, 2009, 29(6): 886-892.
- [18] Hu Z J, Yu C Q, Xu H F, Wang Y. Ecological effects of roads on terrestrial animals. *Chinese Journal of Ecology*, 2005, 24(4): 433-437.
- [19] Forman R T T, Alexander L E. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematic*, 1998, 29(1): 207-231.
- [20] Fu J R, Liu S Y, Sun Z Y, Zhang T, Lei K M. Community structure and biodiversity of birds in Jiuzhaigou national nature reserve in Sichuan, China. *Chinese Journal of Applied and Environmental Biology*, 2009, 15(2): 188-191.
- [21] Wang Q S, Wang X P, Luo J C, Feng Z W, Li J T, Ma Y H, Su Y H. Ecotones and biodiversity. *Chinese Biodiversity*, 1997, 5(2): 126-131.
- [22] Wu Z J, Li Y M. Effects of habitat fragmentation on survival of animal populations. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(11): 2424-2435.

参考文献:

- [1] 蒋志刚. 野生动物的价值与生态服务功能. *生态学报*, 2001, 21(11): 1909-1917.
- [2] 刘凌云, 郑光美. 普通动物学(第三版). 北京: 高等教育出版社, 1997: 641-641.
- [3] 马瑞俊, 蒋志刚. 全球气候变化对野生动物的影响. *生态学报*, 2005, 25(11): 3061-3066.
- [4] 孙鸿烈. 中国生态系统(上册). 北京: 科学出版社, 2005: 58-58.
- [6] 廖文波. 四川老君山自然保护区高低海拔小型兽类多样性比较. *西华师范大学学报: 自然科学版*, 2010, 31(3): 221-228.
- [10] 曾治高, 宋延龄, 麻应太, 王西峰, 吴逊涛, 解振锋, 邵建斌, 李春宁. 牛背梁自然保护区食肉目和偶蹄目动物的区系特征与生态分布. *生态学报*, 2005, 25(9): 2249-2255.
- [11] 曾治高, 巩会生, 宋延龄, 繆涛, 马顺荣. 陕西马家山自然保护区大中型兽类的资源及区系与生态分布. *四川动物*, 2006, 25(1): 87-91.
- [16] 刘少英, 章小平, 曾宗永. 九寨沟自然保护区的生物多样性. 成都: 四川科学技术出版社, 2007.
- [17] 郝云庆, 江洪, 王金锡, 金静, 马元丹. 九寨沟保护区植被景观变化与生境破碎化研究. *地理科学*, 2009, 29(6): 886-892.
- [18] 胡忠军, 于长青, 徐宏发, 王涓. 道路对陆栖野生动物的生态学影响. *生态学杂志*, 2005, 24(4): 433-437.
- [20] 符建荣, 刘少英, 孙治宇, 张涛, 雷开明. 九寨沟自然保护区鸟类群落结构与多样性. *应用与环境生物学报*, 2009, 15(2): 188-191.
- [21] 王庆锁, 王襄平, 罗菊春, 冯宗炜, 李经天, 马玉华, 苏玉华. 生态交错带与生物多样性. *生物多样性*, 1997, 5(2): 126-131.
- [22] 武正军, 李义明. 生境破碎化对动物种群存活的影响. *生态学报*, 2003, 23(11): 2424-2435.

CONTENTS

Responses of sandy beach nematodes to oxygen deficiency: microcosm experiments	HUA Er, LI Jia, DONG Jie, et al (3975)
Allometric relationship between mean component biomass and density during the course of self-thinning for <i>Fagopyrum esculentum</i> populations	LI Lei, ZHOU Daowei, SHENG Lianxi (3987)
Automatic site selection of sight-seeing route in ecotourism destinations based on landscape perception sensitivity	LI Jifeng, LI Renjie (3998)
Emergy evaluation for sustainability of Biogas-linked agriculture ecosystem: a case study of Gongcheng county	YANG Jin, CHEN Bin, LIU Gengyuan (4007)
Spatial heterogeneity of vegetation coverage and its temporal dynamics in desert steppe, Inner Mongolia	YAN Liang, ZHOU Guangsheng, ZHANG Feng, et al (4017)
Soil conservation value flow processes of two typical grasslands	PEI Sha, XIE Gadi, LI Shimei, et al (4025)
Spatial distribution of carbon storage in a 13-year-old <i>Pinus massoniana</i> forest ecosystem in Changsha City, China	WU Tao, PENG Chonghua, TIAN Dalun, et al (4034)
Colonization rate and diversity of AM fungi in the rhizosphere of seven medicinal plants in Xiamen	JIANG Pan, WANG Mingyuan (4043)
Effects of Cd, Low Concentration Pb/Cd on the contents of phenolic acid and simple glucides exuding from winter wheat seedlings root and the relationship between them and rhizosphere soil microbial activity	JIA Xia, DONG Suiming, ZHOU Chunjuan (4052)
The community structure of laccase-like multicopper oxidase-producing bacteria in soil of Liangshui Nature Reserve	ZHAO Dan, GU Huiqi, CUI Daizong, et al (4062)
Effects of soil rhizosphere microbial community and soil factors on arbuscular mycorrhizal fungi in different salinized soils	LU Xinping, DU Qian, YAN Yongli, et al (4071)
The effects of inoculation with phosphate solubilizing bacteria <i>Bacillus megaterium</i> C4 in the AM fungal hyphosphere on soil organic phosphorus mineralization and plant uptake	ZHANG Lin, DING Xiaodong, WANG Fei, et al (4079)
Soil carbon, nitrogen and phosphorus ecological stoichiometry of <i>Phragmites australis</i> wetlands in different reaches in Minjiang River estuary	WANG Weiqi, WANG Chun, ZENG Congsheng, et al (4087)
Dynamics of soil microbial biomass during early fine roots decomposition of three species in alpine region	WU Zhichao, WU Fuzhong, YANG Wanqin, et al (4094)
Effects of simulated precipitation on apparent carbon flux of biologically crusted soils in the Gurbantunggut Desert in Xinjiang, Northwestern China	WU Lin, SU Yangui, ZHANG Yuanming (4103)
Changes in photosynthetic properties, ultrastructure and root vigor of <i>Dendrobium candidum</i> tissue culture seedlings during transplantation	PU Xiaozhen, YIN Chunying, ZHOU Xiaobo, et al (4114)
Analysis of dry matter accumulation and translocation for winter wheat cultivars with different yields on dryland	ZHOU Ling, WANG Zhaohui, LI Fucui, et al (4123)
Impact evaluation of low temperature to yields of maize in Northeast China based on crop growth model	ZHANG Jianping, WANG Chunyi, ZHAO Yanxia, et al (4132)
Spatiotemporal variations in the reference crop evapotranspiration on the Loess Plateau during 1961—2009	LI Zhi (4139)
Eco-physiological responses of <i>Phragmites australis</i> to different water-salt conditions in Momoge Wetland	DENG Chunnuan, ZHANG Guangxin, LI Hongyan, et al (4146)
Comparative study of different earthworm sampling methods	FAN Ruqin, ZHANG Xiaoping, LIANG Aizhen, et al (4154)
Geographic variation in longevity and fecundity of the Asian corn borer, <i>Ostrinia furnacalis</i> Guenée (Lepidoptera: Crambidae)	TU Xiaoyun, CHEN Yuansheng, XIA Qinxin, et al (4160)
Analysis on grasshopper spatial heterogeneity and pattern of natural grass in upper reaches of Heihe	ZHAO Chengzhang, LI Lili, WANG Dawei, et al (4166)
Inhibition effects of ethyl acetate extracts of <i>Momordica charantia</i> leaves on the experimental population of <i>Spodoptera litura</i>	LOU Ying, LING Bing, XIE Jiefeng, et al (4173)
Feeding habits of <i>Lateolabrax maculatus</i> in Yangtze River estuary	HONG Qiaoqiao, ZHUANG Ping, YANG Gang, et al (4181)
Genetic structure of <i>Gymnodontichus pachycheilus</i> from the upper reaches of the Yellow River as inferred from mtDNA control region	SU Junhu, ZHANG Yanping, LOU Zhongyu, et al (4191)
Toxicity mechanism of Cadmium-induced reactive oxygen species and protein oxidation in testes of the frog <i>Rana nigromaculata</i>	CAO Hui, SHI Cailei, JIA Xiuying (4199)
The diversity of scarab beetles in grassland cattle dung from North China	FAN Sanlong, FANG Hong, GAO Chuanbu, et al (4207)
Spatial relationships among <i>Empoasca vitis</i> (Gothé) and <i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer) and natural enemies in tea gardens of autumn-winter season in Hefei suburban	YANG Lin, GUO Hua, BI Shoudong, et al (4215)
Effects of vegetation, elevation and human disturbance on the distribution of large- and medium-sized wildlife: a case study in Jiuzhaigou Nature Reserve	ZHANG Yue, LEI Kaiming, ZHANG Yuke, et al (4228)
Research of typical EIPs based on the social network analysis	YANG Lihua, TONG Lianjun (4236)
Exergy-based life cycle accounting of household biogas system: a case study of Gongcheng, Guangxi	QI Jing, CHEN Bin, DAI Jing, et al (4246)
Review and Monograph	
The effects of changes in hydrological regimes and salinity on wetland vegetation: a review	ZHANG Guangxin (4254)
Advances in research on the seed bank of a saline-alkali meadow in the Songnen Plain	MA Hongyuan, LIANG Zhengwei, LÜ Bingsheng, et al (4261)
A new landscape expansion index: definition and quantification	WU Pengfei, ZHOU Demin, GONG Huili (4270)
Scientific Note	
Response of photosynthetic characteristics of <i>Psathyrostachys huashanica</i> Keng to drought stress	LI Qian, WANG Ming, WANG Wenwen, et al (4278)
The antifouling activities of <i>Callyspongia</i> sponge extracts	CAO Wenhao, YAN Tao, LIU Yonghong, et al (4285)

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 元。

国内邮发代号:82-7 国外邮发代号:M670 标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 32 卷 第 13 期 (2012 年 7 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 13 (July, 2012)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100071	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@csbg.net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@csbg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元