

四川石渠县夏季藏原羚的分布和栖息地特征

鲁庆彬^{1, 3} 王小明^{1 *} 胡锦涛² 王正寰¹

(1 华东师范大学生命科学学院, 上海, 200062)

(2 西华师范大学生命科学学院, 四川南充, 637002)

(3 内江师范学院生命科学系, 四川内江, 641002)

关键词: 藏原羚; 种群数量; 分布格局; 集群类型; 栖息地

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000 - 1050 (2005) 01 - 0091 - 06

Characteristics of the Summer Tibetan Gazelle's Distribution and Habitat in Shiqu County of Sichuan Province

LU Qingbin^{1, 3} WANG Xiaoming^{1 *} HU Jinchu² WANG Zhenghuan¹

(1 College of Life Science, East China Normal University, Shanghai, 200062)

(2 College of Life Science, China West Normal University, Sichuan Nanchong, 637002)

(3 Department of Life Science, Neijiang Teachers College, Sichuan Neijiang, 641002)

Abstract: The distribution, size and habitat of Tibetan gazelle (*Procapra picticaudata*) population have been investigated in Shiqu County of Sichuan Province from June to August of 1999 and July to August of 2003. 195 sampling belts (3 km × 3 km) were made in total, which covered 10.8 % of the whole grassland. The results showed that average density of Tibetan gazelles was 0.117 individuals/km² in Shiqu County, and their population size was about 1 901 individuals. They mainly occurred from 4 200 to 4 700 m altitude (88.3 %). Aggregation characterized distribution pattern of Tibetan gazelles that can be divided into three types: male-only groups (42.1 %), female-only groups (21.1 %) and mother-offspring groups (36.8 %), with main group size varied from 2 to 8 individuals (83 %) and mean group size 4.8 individuals.

42 sampling plots (20 m × 20 m) were set at least every 100 m apart. Factor analysis indicated that more away from residence (69 %) and closer to water source (93 %) were characteristic of Tibetan gazelle habitat. It was usually located in sunny (79 %), drafty (83 %) and smooth grassland slope (95 %) with favorable concealing condition (52 %), where vegetation was mainly 5 - 8 cm in height (62 %) and 75 % - 90 % in canopy (64 %).

Key words: Tibetan gazelle (*Procapra picticaudata*); Population size; Distribution pattern; Group type; Habitat

藏原羚 (*Procapra picticaudata*) 是青藏高原特有的有蹄类动物之一。在 20 世纪 80 年代以前, 藏原羚的分布较广、数量较多, 其游牧习性有利于草场植被的持续稳定, 在青藏高原的草原生态系统中占据着十分重要的生态地位 (Schaller, 1998; 尹秉高和刘务林, 1993)。然而, 由于人类活动的增多直接导致其栖息地的退化, 同时掠夺式的过度猎杀使这一重要物种的分布区正在不断缩小, 数量也在

急剧减少 (Schaller, 1998; 朴仁珠和刘务林, 1993; 刘永生, 1988; 毕俊怀和凤凌飞, 1999), 如在西藏, 从 20 世纪 80 年代后期至 90 年代中后期约十年的时间, 藏原羚的数量锐减近一半 (Schaller, 1998; 尹秉高和刘务林, 1993; 朴仁珠和刘务林, 1993); 我国内蒙古曾经有藏原羚的分布, 现在已不复存在 (毕俊怀和凤凌飞, 1999)。

这一物种被发现以来, 其科学研究主要集中于

基金项目: 国家林业局全国陆生野生动物资源调查资助项目; “十五”“211 工程”重点学科建设子项目和上海市重点学科生态学基金项目; 四川省教育厅重点科研项目 (200A179); 华东师范大学优秀博士研究生培养基金项目

作者简介: 鲁庆彬 (1963 -), 男, 博士研究生, 主要从事生态学和保护生物学研究。

收稿日期: 2003 - 11 - 24; 修回日期: 2004 - 09 - 14

* 通讯作者, correspondence author, E-mail: xmwang@ecnu.edu.cn

对其分布区、特定地点的数量 (Feng, 1991; Fox *et al.*, 1991; Shah, 1994; 胡锦矗和王西之, 1984; 冯祚建等, 1986; 郑生武等, 1989; 凤凌飞, 1991)、集群特点 (Schaller, 1998; 朴仁珠和刘务林, 1993)、生境选择 (张洪茂和胡锦矗, 2002) 等基础种群生态学研究。四川省林业厅组织的陆生野生动物调查队在 1997 ~ 1999 年间, 对该省的野生陆生动物资源进行了系统抽样调查。调查结果表明, 藏原羚的分布范围已经大大缩小, 石渠县已经成为藏原羚分布的边缘地带, 显然人类的干扰是不可或缺的因素。为此, 作者在四川省石渠县于 2003 年 7 ~ 8 月对藏原羚进行了专项调查, 主要目的是了解濒危状况下藏原羚的分布和集群特征, 以及其栖息地现状。现将结果报道如下。

1 研究地点的自然概况

研究地点位于青藏高原东部川青藏三省区交界处的四川省石渠县 (北纬 $32^{\circ}19' \sim 34^{\circ}20'$, 东经 $97^{\circ}20' \sim 99^{\circ}16'$)。全境面积为 $25\,141\text{ km}^2$ 。现有可利用草地面积 $22\,114.2\text{ km}^2$, 耕地面积 45.9 km^2 , 林地 56.9 km^2 。

该县地势由西北向东南倾斜, 西北部为丘状高原、高平原区, 海拔多在 $3\,900 \sim 4\,800\text{ m}$ 之间, 为主要的牧业区, 南部为高山峡谷区, 河谷深且狭窄, 为农牧林业区。气候特征是大陆性季风高原气候, 全年冬长夏短, 年均温度 -1.6°C , 最冷的 1 月份平均气温为 -12.8°C , 最热的 7 月份平均气温为 8.7°C , 年均降水量 596 mm 左右。

境内绝大部分地区为高山草甸, 牧草生长期仅为 120 d 左右, 草地土壤层薄, 草地再生力极弱。草地类型具有明显的垂直分布特点, 海拔由低到高依次为亚高山草地、亚高山灌丛草地、高山草甸草地、高寒沼泽草地、高寒草丘沼泽草地等类型 (陈盖, 2000)。草地中以禾本科 (Gramineae)、莎草科 (Cyperaceae)、毛茛科 (Ranunculaceae)、豆科 (Leguminosae)、菊科 (Compositae)、蔷薇科 (Rosaceae) 和蓼科 (Polygonaceae) 等草本植物为建群种或主要优势种, 高山嵩草 (*Kobresia pygmaea*)、四川嵩草 (*K. setchwanensis*) 是主要代表植物。

2 研究方法

2.1 调查方法

1999 年 6 ~ 8 月, 四川省陆生野生动物调查队 (作者是其中一员) 根据石渠县的景观特征类型及相应的植被面积, 在 $1:50\,000$ 的地形图上, 遵循系统抽样的原则, 用样带法来调查石渠县陆生野生动物的生存状况, 每条样带直线距离固定为 3 km , 单侧宽度为 1.5 km 。所有的样带是用步行或骑马的方法完成的, 同时以全球定位系统仪 (GPS) 定位, 用望远镜 (Nikon, $10 \times 25\text{CF}$) 观察, 并记录所见动物的个体数、性别、群的大小、行为及生境状况。藏原羚是典型草原动物, 本文在以上成果的基础上, 选取其中含草地的样带 195 条, 作为统计藏原羚数量的基础资料, 草地调查面积为 $1\,755\text{ km}^2$, 占该地非荒漠化草原总面积的 10.8% 。

2003 年 7 ~ 8 月, 对藏原羚经常活动的区域进行定点观察, 涉及调查面积约为 320 km^2 , 占 1999 年调查面积的 $1/6$ 多, 采用的方法是: (1) 定点观察法, 即每天固定一个区域 (不重复), 用望远镜观察, 记录藏原羚的数量、性别和集群情况等; (2) 样方调查法, 即在石渠县境内选择藏原羚经常活动的场地 (海拔在 $4\,180 \sim 4\,480\text{ m}$ 之间), 为了获取藏原羚的栖息地信息, 设置 42 个 $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ 的样方, 间距不低于 100 m (常弘和肖前柱, 1988), 测量了 10 个藏原羚的取食生境变量, 包括植被类型、隐蔽条件、风向、坡位、坡向、坡度、离住宅距离、离水源距离、植被高度、盖度。

各生境变量定义为: 植被类型指藏原羚栖息地的植被特征, 分为灌丛、灌丛草甸和草甸 3 类; 隐蔽条件指藏原羚所处位置可被发现的程度, 设为良、中和差 3 个等级; 避风性指栖息地受风侵扰程度, 分为良、中和差 3 等; 坡位指栖息地所在山坡上的位置, 分为坡下位、坡中位和坡上位 3 类; 坡向为栖息地所在山坡所正对的方向, 分为阴坡 ($N67.5^{\circ}\text{W} \sim N22.5^{\circ}\text{E}$)、半阴半阳坡 ($N22.5^{\circ}\text{E} \sim S67.5^{\circ}\text{E}$ 和 $S22.5^{\circ}\text{W} \sim N67.5^{\circ}\text{W}$) 和阳坡 ($S22.5^{\circ}\text{E} \sim S67.5^{\circ}\text{W}$) 3 类; 坡度指取食地所在山坡的度数, 分为平坡 ($0^{\circ} \sim 5^{\circ}$)、缓坡 ($5^{\circ} \sim 20^{\circ}$)、斜坡 ($20^{\circ} \sim 45^{\circ}$) 和陡坡 ($>45^{\circ}$) 4 类; 离住宅距离为栖息地离民居居住地 (包括单户人家) 的距离, 分为 $<1\text{ km}$ 、 $1 \sim 2\text{ km}$ 和 $>2\text{ km}$; 离水源的距离为栖息地离藏原羚的饮水处 (小溪、海子等) 的距离, 分为 $>1\text{ km}$ 、 $0.5 \sim 1\text{ km}$ 和 $<0.5\text{ km}$ 3 类; 植被高度为植被地上部分的平均高度 (cm); 盖度为植被对土地

的覆盖程度 (百分率)。

2.2 统计方法

根据公式 $D_j = \frac{N}{2WL}$ (盛和林和徐宏发, 1992) 计算样带内藏原羚的密度。

式中: D_j 为样带内密度 (头/ km²), N 为样带内观察到的个体数 (头), L 为样带长度 (km), W 为样带单侧宽度 (km)。

石渠县藏原羚的平均密度计算为:

$D = D_j / n$, 式中: D 为石渠县藏原羚的平均密度 (头/ km²), D_j 为第 j 样带的密度 (头/ km²), n 为样带总数。

石渠县藏原羚的数量估计计算为: $N = D \times S$, 式中: D 为藏原羚的平均密度 (头/ km²), N 为石渠县藏原羚的数量 (头), S 为石渠县草地面积 (km²)。

统计石渠县藏原羚数量的同时, 还对比分析石渠县各乡的藏原羚密度特征、数量与海拔的关系, 探讨其生态密度 (在适宜生存的生境中, 单位面积的物种数量), 并初步计算藏原羚种群的空间分布格局 (Spatial distribution pattern)。统计藏原羚夏季栖息地选择的所有数据时, 比较各种变量出现的频率, 用百分比表示; 进行因子分析, 找出各变量的影响程度。所有数据均采用 Excel XP 处理软件和 SPSS10.0 for Windows 软件包进行统计分析。

3 研究结果

3.1 石渠县藏原羚的数量

调查得知, 整个石渠县藏原羚的平均密度为 0.117 头/ km² (0.093 ~ 0.142 头/ km²), 该县范围内实际生存的藏原羚约有 1 901 头 (1 511 ~ 2 307 头)。由于当地牧民为了自己的牲畜能度过严冬, 把许多草场大面积地围起来, 缩小了藏原羚的生存空间, 所以若考虑此因素, 则其实际数量应小得多。

鉴于石渠县草地退化面积达 18 224 km², 占可利用草地面积的 82 % 以上, 实际调查发现, 大部分地区已不太适合藏原羚生存 (如荒漠化、放牧干扰等), 有藏原羚的样带数仅占总样带数的 19.5 %, 故设定整个石渠县适于藏原羚生存的草场面积占 19.5 %, 则藏原羚的平均生态密度为 0.600 头/ km² (0.477 ~ 0.728 头/ km²), 高于平均密度的 5

倍以上。

3.2 藏原羚的分布

以乡为单位分析, 除去没有藏原羚分布的乡 (如正科、真达等, 它们的植被以森林灌丛和农田为主), 密度最低的是蒙宜乡 (0.028 头/ km²), 密度最高的是呷衣乡 (0.240 头/ km²), 但两者相差不到一个数量级。可见藏原羚的分布表现一定的分散性。从调查的植被类型看, 石渠县主要有草甸、灌丛草甸、矮灌丛和流石滩 4 种类型, 藏原羚主要栖息于高山草甸中, 占 80 % 以上, 其次为灌丛草甸, 占 15 % 以上。

1999 年和 2003 年的两次调查, 共观察到 291 头藏原羚 (图 1), 在海拔 4 100 ~ 4 900 m 都有分布。其中, 藏原羚主要活动在海拔 4 200 ~ 4 700 m 范围内, 计有 257 头, 占总数的 88.3 %。这一地带的景观特征如下: (1) 山中隐蔽处 (山坳) 多, 有利于藏原羚躲藏, 不易被天敌发现; (2) 附近有水源 (包括小溪、海子), 有利于藏原羚在傍晚时分下山饮水; (3) 山的坡度一般以平缓坡为主, 在 5 ~ 20 ° 之间。

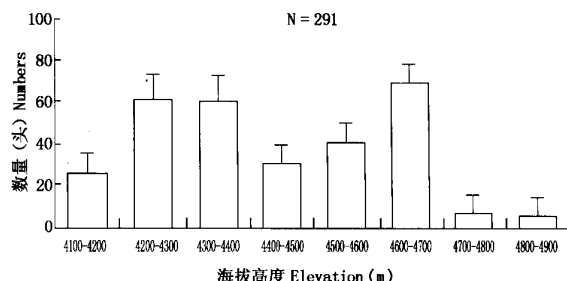


图 1 藏原羚的数量与海拔的关系

Fig. 1 Relationship of elevation and Tibetan gazelle numbers

由于 1999 年的陆生野生动物调查是按系统抽样法进行的, 即每条样带中心线之间的距离是相等的, 则整个石渠县藏原羚分布区被划分成 195 个相同大小的小方格, 每个方格中的个体数我们用样带密度估计 (孙儒泳, 2001), 那么所有方格个体数的方差/平均数为: $S^2/m = 7.34/1.05 = 7.02 > 1$ 。因此, 石渠县藏原羚种群的空间分布格局可以初步得以评价, 即明显地表现为成群型分布。

3.3 藏原羚的集群特征

在两次调查中, 分别观察到藏原羚 47 群 (204

头) 和 19 群 (87 头)。结果显示 (表 1), 藏原羚以小规模集群为主, 最大的一群为 20 头, 而且单个体也经常能看到, 雌雄都有, 1999 年看到 4 次, 2003 年看到 2 次。

合并两次的调查数据, 藏原羚以 2 头为一群的频次数最多, 占总频次数的 29 %; 以 2 ~ 3 头为一群的频次数超过半数, 以 2 ~ 8 头为一群的频次数超过 83 %; 以 9 头以上大群为一群的频次数较少, 仅占 7.5 %。因此, 总的群平均数为 4.8 头/群 (4.8 ± 2.7 头/群)。

表 1 两次调查藏原羚不同集群出现的频次比较
Table 1 Comparison of the frequencies of different Tibetan gazelle groups in two investigations

年代 Years	每群头数 Individuals/ group																		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10~14	15	16	17	18	19	20				
1999	15	10	3	5	2	2	3	0	0	1	0	0	1	0	1				
2003	4	5	1	0	3	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0				

频次为每群被观察到的次数 Frequencies are times that every group was observed

藏原羚的集群类型可分为 3 类: (1) 雄性群 (42.1 %), 由成体和亚成体雄性组成, 平均每群 6 头; (2) 雌性群 (21.1 %), 由成体和亚成体雌性组成, 平均每群 3.3 头; (3) 母子群 (36.8 %), 由母羚和幼仔组成, 平均每群约 3.6 头。因此, 相对而言雄性的集群规模稍大于雌性。调查中曾 3 次看到混合群或正在形成混合群 (两群从不同的山坡

下到谷底混合在一起), 它们由雄性和雌性共同组成。但在一起的时间并不长, 会各自向不同的方向漫游, 有一次是人为干扰而各自逃走的, 所以这种临时的混合群不应单独列为一种集群类型。

3.4 藏原羚的栖息地分析

用 5 个生态因子分析藏原羚的栖息地特征, 它们是食物因子 (植被类型、植被高度、盖度)、地理因子 (坡向、坡位、坡度)、干扰因子 (隐蔽条件、离居住点距离)、气候因子 (避风性) 和水因子 (离水源距离)。藏原羚的栖息地主要为高山草甸 (83 %), 植被高度多在 5 ~ 8 cm 之间 (62 %), 植被盖度以 75 % ~ 90 % 为主 (64 %), 主要在阳坡 (79 %), 坡的位置主要是中至上坡位 (78 %), 坡度通常是平缓坡 (95 %), 隐蔽性好 (52 %), 离住宅距离较远 (69 %), 避风条件通常较差 (83 %), 栖息地离水源较近 (93 %)。

对 10 个变量进行因子分析 (表 2), 以选择绝对值 0.7 作为显著性指标, 第 1 主成分中达到显著性要求的变量依次是“避风性”和“坡度”两项; 第 2 主成分中达到显著性要求的变量依次是“坡位”和“隐蔽条件”两项; 第 3 主成分中达到显著性要求的变量依次是“离住宅距离”和“离水源距离”两项; 第 4 主成分中达到显著性要求的变量依次是“植被类型”和“植被高度”两项; 第 5 主成分中达到显著性要求的变量是“盖度”。5 个主成分累积贡献率达到 80.08 %。

表 2 藏原羚栖息地环境变量的主成分分析
Table 2 Principal components analysis of environmental variables for Tibetan gazelle habitat

变量 Variables	主成分 Component				
	1	2	3	4	5
避风性 Lee wind	0.909	- 0.089	- 0.070	- 0.175	- 0.016
坡度 Slope degree	0.716	0.408	0.224	- 0.138	0.169
坡向 Slope direction	0.546	- 0.506	0.149	0.167	- 0.122
坡位 Slope position	0.049	0.849	0.020	- 0.186	- 0.144
隐蔽条件 Conceal condition	0.004	0.744	0.034	0.402	0.264
住宅距离 Residence distance	- 0.079	- 0.033	- 0.906	0.148	0.068
水源距离 Distance from water source	0.025	- 0.019	0.850	0.232	- 0.049
植被类型 Vegetation types	- 0.008	0.020	0.100	- 0.841	0.258
植被高度 Vegetation height	- 0.307	- 0.045	0.249	0.783	0.219
盖度 Canopy	0.031	0.037	- 0.112	- 0.064	0.957

4 讨论

整个石渠县藏原羚的平均密度 (0.117 头/

km²) 与青海野牛沟 (1989 年为 0.78 头/ km², 1993 年为 0.39 头/ km²) (Cai *et al.*, 1989; Harris and Cai, 1993)、可可西里 (1991 年为 0.08 头/ km²)

(Feng, 1991) 以及羌塘国家级自然保护区 (1998 年为 $0.10 \sim 0.13$ 头/ km^2) (Schaller, 1998) 比较, 反映出尽管石渠县是藏原羚分布的边沿地带, 但其密度大小并不低, 可能不同的自然环境是造成密度差异的一个原因。据陈盖 (2000) 报道, 全县牲畜存栏数从解放初期的 40 余万头增加到 1997 年的 63 万余头, 可见牲畜与藏原羚竞争同一资源的不利局面呈加剧的趋势。而过度的食物竞争又加剧草场荒漠化, 导致适宜栖息地的面积减少, 表现为藏原羚的平均生态密度 (0.6 头/ km^2) 过高, 这对物种的生存不利。藏原羚个体间表现为群居游荡的生活方式, 其栖息地荒漠化比较严重, 我们认为该地的植被已明显斑块化。由于动物的空间分布格局主要决定于个体间的相互作用和栖息环境的特点 (孙儒泳, 2001), 因此目前藏原羚表现为成群型的分布特征。

以流石滩植被为主的海拔 $4\,900\text{ m}$ 以上的高山和以森林灌丛植被为主的海拔 $4\,000\text{ m}$ 以下的山区, 都不适合藏原羚生存。而且较低的海拔 ($4\,200\text{ m}$ 以下) 通常是牧民的集中居住区, 为藏原羚回避之所, 因此, 藏原羚大多栖息于海拔 $4\,200 \sim 4\,700\text{ m}$ 范围内。但是牧民们夏季通常要在夏季牧场 (一般在海拔 $4\,700\text{ m}$ 左右) 放牧, 人为地影响了藏原羚的栖息生活, 从而迫使大多数藏原羚迁移到海拔较低的地方 ($4\,200 \sim 4\,400\text{ m}$), 即藏原羚的迁移周期与牧民的放牧周期相反。

集群生活能有效地防御天敌, 使个体获得安全感, 并随集群规模的扩大而增大, 从而减少个体花在防御上的时间, 有利于休息和觅食 (Hamilton, 1971)。但是藏原羚并不是呈大群的集结, 而经常是集成 $2 \sim 8$ 头的小群。分析其原因: (1) 植被质量决定着草食动物的行为, 整体植被状况好的地方, 单位面积内植被生物量大, 可供食用的植物相对较多, 则集群规模可能较大, 反之就可能较小。石渠县植被的地面平均高度大多低于 15 cm , 实际调查多在 $5 \sim 8\text{ cm}$ 之间, 所以单位面积的生物量不高, 不适于动物集大群采食。(2) 产仔期 ($6 \sim 8$ 月) 雌性倾向于分散, 欲产仔的母羊由于活动节律的不一致以及为减少其他个体对产仔的干扰, 从原来的群体中分离出来, 形成小群, 以利于哺乳和避敌。(3) 不同季节藏原羚的集群大小有差异。有报道藏原羚在冬季能集成大群 (Kaji *et al.*, 1993;

Schaller, 1998; 朴仁珠和刘务林, 1993), 但这只是少数现象。Schaller (1998) 认为大多数雄性倾向独立或形成小群, 冬季尤甚; 我们认为, 在夏季, 雄性的集群规模稍大, 雌性集群稍小。

动物栖息地的质量决定其长期生存的可能性 (Gipin and Soule, 1986), 藏原羚栖息地环境变量的因子分析结果显示, 影响该物种栖息地的主要环境变量为避风性和坡度, 其次为坡位和隐蔽条件, 而坡向的影响不明显 (表 2)。张洪茂和胡锦矗 (2002) 曾进行藏原羚生境选择研究, 从另一个侧面强调了植被类型和水源距离的影响, 即它们对藏原羚的生境选择起主要作用。二者的差异可能来自于不同的变量设计, 前述作者仅把水源距离划分为 2 类, 即 $<1\,000\text{ m}$ 和 $>1\,000\text{ m}$, 而把植被类型划分为草甸、灌丛、荒漠和流石滩 4 类。显然水源的设计不够精确, 而荒漠和流石滩藏原羚很少去, 故植被类型的划分也不够确切。

石渠县夏季的气温最高可达 25.5°C , 年均温度为 -1.6°C 。藏原羚是适于高寒地带生存的动物, 所以藏原羚的栖息地多在通风良好的地方, 通常位于山的坡上位或坡中位。夏季的一个显著特点就是植被处于生长旺盛期。据研究, 高寒草甸植物生物量积累过程随季节而变化, 生物量在牧草萌动发芽初期最低, 到 9 月上旬达到最高, 9 月中旬以后随环境条件的变坏, 生物量缓慢下降, 一年内呈现单峰式的曲线变化 (李英年, 1998)。因此, 藏原羚食物的生物量在 $7 \sim 8$ 月份比较高, 不论是阳坡还是阴坡都是如此, 故坡向的影响不明显。石渠县山体坡度大多数表现为比较平缓, 但并不缺乏陡坡, 可是却不见藏原羚去。我们发现, 即使藏原羚逃跑, 也是选择比较平缓的坡度倾斜而上, 绕一个大圈才到达山顶。这一现象, 也有待于进一步研究。

致谢: 本次研究得到张洪茂、刘昊、黄小富、戴捷等的帮助, 谨致谢意。

参考文献:

- Cai G, Liu Y, O 'Gara B. 1989. Observation of large mammals in the Qaidam Basin and its peripheral mountainous areas in the People 's Republic of China. *Can J Zool*, **68**: 2021 - 2024.
- Feng ZJ. 1991. Wild animal resources in the Hoh Xil region. *Chinese J Arid Land Res*, **11** (4): 247 - 253.
- Fox J, Nurbu C, Chundawat R. 1991. The mountain ungulates of Ladakh,

- India. *Biol Cons*, **58**: 167 - 190.
- Gilpin M E, Soule M E. 1986. Minimum viable populations: Processes of species extinction. In: Soule M S ed. *Conservation Biology: The science of scarcity and diversity*. Sunderland: Sinauer Associates, 19 - 34.
- Hamilton W D. 1971. Geometry for the selfish herb. *Journal of Theoretical Biology*, **31**: 295 - 311.
- Harris R, Cai G. 1993. Autumn home range of musk deer in Baizha Forest, Tibetan Plateau. *J Bombay Nat Hist Soc*, **90**: 430 - 436.
- Kaji K, Ohtaishi N, Miura S, Koizumi T, Tokida K, Wu J. 1993. Distribution and status of white-lipped deer and associated ungulate fauna in the Tibetan Plateau. In: Ohtaishi N, Sheng Helin eds. *Deer of China*. Netherlands: Elsevier Science Publishers B. V., 147 - 158.
- Schaller G B. 1998. *Wildlife of the Tibetan Steppe*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Shah N. 1994. Status survey of southern kiang (*Equus kiang polyodon*) in Sikkim. Baroda Gujarat: Faculty of science, Maharaja Sayajirao University.
- 尹秉高, 刘务林. 1993. 西藏珍稀野生动物与保护. 北京: 中国林业出版社, 90 - 91.
- 凤凌飞. 1991. 蒙古珍稀濒危动物图谱. 北京: 中国农业科技出版社, 182 - 185.
- 冯祚建, 蔡桂全, 郑昌琳. 1986. 西藏哺乳类. 北京: 科学出版社, 223 - 227.
- 朴仁珠, 刘务林. 1993. 藏原羚种群现状的研究. 见: 曾维利, 刘务林编. 西藏林业论文集. A 集. 拉萨: 西藏人民出版社, 108 - 113.
- 毕俊怀, 凤凌飞. 1999. 普氏原羚在内蒙古的历史分布和现状调查. 见: 中国动物学会. 中国动物科学研究. 北京: 中国林业出版社, 295 - 298.
- 孙儒泳. 2001. 动物生态学原理 (第三版). 北京: 北京师范大学出版社, 304 - 314.
- 刘永生. 1988. 青藏高原上的藏原羚. 野生动物. **46** (6): 89, 27.
- 李英年. 1998. 高寒草甸植物地上生物量生长过程的某些特征. 中国农业气象, **19** (6): 44 - 47.
- 张洪茂, 胡锦涛. 2002. 川西北高原藏原羚夏季生境选择. 四川动物, **21** (1): 12 - 15.
- 陈盖. 2000. 石渠县志. 成都: 四川人民出版社.
- 郑生武, 余玉群, 韩亦平, 吴家炎, 左青云. 1989. 甘肃盐池湾白唇鹿自然保护区有蹄类动物的群落结构的初步观察. 兽类学报, **9** (2): 130 - 136.
- 胡锦涛, 王西之. 1984. 四川动物志 (兽类). 成都: 四川科学技术出版社, 161 - 162.
- 盛和林, 徐宏发. 1992. 哺乳动物野外研究方法. 北京: 中国林业出版社.
- 常弘, 肖前柱. 1988. 带岭地区马鹿冬季对生境的选择性. 兽类学报, **8** (2): 81 - 88.