

# 羚牛生态生物学研究现状

曾治高<sup>1</sup> 钟文勤<sup>1</sup> 宋延龄<sup>1\*</sup> 李俊生<sup>1</sup> 赵雷刚<sup>2</sup> 巩会生<sup>2</sup>

(1 中国科学院动物研究所, 北京, 100080) (2 陕西佛坪国家级自然保护区管理局, 佛坪, 723400)

**摘要:** 羚牛是介于羊和牛之间分类地位特殊的偶蹄目牛科动物, 共有 4 个亚种。中国是羚牛的主要分布区, 拥有世界上绝大多数的羚牛种群。有关羚牛的研究主要由中国的科研人员在中国境内完成。羚牛的生态生物学研究主要涉及到地理分布、种群数量、栖息地、季节性迁移活动、集群行为、家域、日活动规律、采食习性、繁殖和防御行为。对羚牛研究现状的综述性介绍即从这 10 个方面进行。

**关键词:** 牛科; 羚牛; 生态生物学

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000 - 1050 (2003) 02

## Present Status of Studies on Eco-Biology of Takin

ZENG Zhigao<sup>1</sup> ZHONG Wenqin<sup>1</sup> SONG Yanling<sup>1</sup> LI Junsheng<sup>1</sup> ZHAO Leigang<sup>2</sup> GONG Huisheng<sup>2</sup>

(1 Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100080, China) (2 Foping Nature Reserve, Foping, 723400, China)

**Abstract:** Takin (*Budorcas taxicolor*) is a large ungulate belonging to the Bovidae. Taxonomically it is regarded as a special species between sheep and cattle. Four subspecies of the takin have been identified in the world and China holds the significant proportion for this species. Most research work on this species has been conducted in China by Chinese researchers since 1960s. In this review, major results of research on takin have been summarized in ten areas: geographical distribution, population size, habitat, seasonal movement, grouping behaviour, home range, daily activity rhythm, feeding habit, breeding, and defending behaviour.

**Key words:** Bovidae; Takin (*Budorcas taxicolor*); Eco-biology

羚牛 (*Budorcas taxicolor*), 别名扭角羚, 隶属偶蹄目、牛科, 是一种珍稀的大型哺乳动物<sup>[1, 2]</sup>。Hodgson<sup>[3]</sup>在印度阿萨姆采得羚牛标本, 并首次定名。羚牛体型粗壮, 成体体重 200 ~ 300 kg, 体长 1.8 ~ 2.1 m, 肩高 1.3 ~ 1.4 m<sup>[1]</sup>。它的形态结构介于羊和牛之间, 雌雄两性都生有一副基部粗壮、先向外再向后弯转扭曲的角, 前肢比后肢更粗壮, 肩高大于臀高, 被毛短而松, 吻鼻隆起, 成兽下颌有长须, 尾短小<sup>[1, 2]</sup>。羚牛有 4 个亚种, 分别为指名亚种 (*B. t. taxicolor*)、不丹亚种 (*B. t. whitei*)、四川亚种 (*B. t. tibetana*) 和秦岭亚种 (*B. t. bedfordi*), 其中四川亚种和秦岭亚种为中国所特有。羚牛各亚种随分布区由北往南, 毛色由白色至黑褐色逐渐加深、体型逐渐变小; 并随栖息地海拔高度的增加, 鼻骨由低平转向隆起、牛角由大变小且弯

曲度逐渐增大<sup>[1, 2]</sup>。

羚牛的分类地位特殊。比较分析牛科各亚科一些代表性属种的形态结构及染色体特征表明, 羚牛在分类地位上介于羊和牛之间, 但更近于羊类<sup>[1, 2, 4, 5]</sup>。对血清同工酶、血清蛋白电泳、生殖及内脏器官的比较研究也同样支持这一观点<sup>[6~8]</sup>。然而, 对于羚牛在分类地位上归属何亚科一直存在不同的看法<sup>[9~14]</sup>, 后来基本上认为羚牛应同麝牛 (*Ovibos moschatus*) 一起归属于麝牛亚科<sup>[11, 2]</sup>。现仅产于北美的麝牛也是一种介于牛羊之间的古老动物, 约在 400 万年前与羊亚科动物来自同一祖先<sup>[15]</sup>。尽管在化石记录、大体形态、生态特征和染色体组型上均表明羚牛与麝牛显著相似<sup>[12, 16]</sup>, 但对它们的线粒体细胞色素 b 基因序列进行比较的结果又表明, 这两种动物并非来自共同的祖先, 它们

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30170133); 中国野生动物保护协会资助项目

作者简介: 曾治高 (1969 - ), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事野生动物生态与保护生物学研究。

收稿日期: 2001 - 12 - 10; 修回日期: 2002 - 02 - 07

\* 通讯作者

之间不存在很近的亲缘关系<sup>[15]</sup>。新的研究结果还表明, 羚牛与羊亚科动物的亲缘关系最近, 支持将羚牛归入羊亚科<sup>[17]</sup>。羚牛特殊的分类地位决定了其具有重要的生物学研究价值。保护羚牛这一珍稀物种, 对保护全球生物多样性具有重要意义。本文从生态生物学的角度展现了羚牛的研究现状, 期望有助于对羚牛这一珍稀物种的科学保护与管理, 并推动羚牛生物学的进一步深入研究。

### 1 地理分布

羚牛是亚洲的特有物种, 主要分布在中国, 还见于缅甸、印度和不丹 (97°30' ~ 109°30' E, 25°10' ~ 34°10' N)<sup>[1, 2, 18]</sup>。羚牛指名亚种仅分布于雅鲁藏布江大拐弯江岸以东及西藏墨脱以南的米什米山地, 往东延伸至云南的高黎贡山, 国外见于缅甸东北部和印度阿萨姆<sup>[2, 19, 20]</sup>。羚牛指名亚种的模式标本就采自印度阿萨姆米什米丘陵<sup>[3]</sup>。羚牛不丹亚种主要分布在中国西藏东南喜马拉雅山脉的东段、雅鲁藏布江流域大拐弯的西南部山脉及不丹境内<sup>[2, 21]</sup>。羚牛秦岭亚种分布在陕西南部秦岭山脉, 其中太白县、佛坪县、周至县、洋县、宁陕县是秦岭羚牛的主要分布区<sup>[2, 22]</sup>。羚牛四川亚种分布在四川西部及甘肃东南部, 分布区跨越 6 个山系, 四川与甘肃交界的岷山山系和四川邛崃山系是羚牛的主要分布区, 四川的相岭山系、凉山山系、大雪山和沙鲁里山系也有少量羚牛分布<sup>[2, 23]</sup>。

### 2 种群现状与动态

有关羚牛各亚种种群数量及其动态变化的研究资料非常匮乏。羚牛不丹亚种的种群数量被估计为 2 000 多只, 指名亚种约有 3 500 只<sup>[24]</sup>。云南高黎贡山自然保护区在上世纪 80 年代约有 200 只左右<sup>[20]</sup>, 现有羚牛 300 多只, 种群数量有大幅度的增长<sup>[25]</sup>。分布于西藏的羚牛接近 3 000 只<sup>[24]</sup>, 其中察隅和墨脱两处的羚牛已经发展到近 2 000 只<sup>[26]</sup>。1996 ~ 1997 年在缅甸北部对哺乳动物的现状进行调查的结果表明, 羚牛虽然经受狩猎的压力, 但种群数量还是相对较多<sup>[27]</sup>。

对秦岭山脉羚牛种群数量的首次调查是在 1974 年, 共记录到 1 242 只羚牛, 其中在佛坪县境内有 104 只<sup>[2]</sup>。目前在秦岭地区有佛坪、太白山、周至、牛背梁、长青和老县城 6 个自然保护区, 保护林区面积  $19.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。经过多年的保护, 羚牛种群的数量在保护区内迅速增加。1984 年佛坪

保护区有羚牛 133 ~ 153 只<sup>[2]</sup>, 到 1990 年秋冬季增加至 117 ~ 295 只<sup>[28]</sup>, 1996 年则达到 435 ~ 527 只<sup>[29]</sup>。佛坪保护区的羚牛种群在 1991 年至 1996 年间的年均增长率高达 18.5 %。1998 年对该保护区羚牛的再次调查结果仍然表明羚牛种群的数量在增加<sup>[30]</sup>。此外, 其它保护区羚牛的种群数量也在不断增加。1996 年太白山自然保护区的羚牛数量约为 400 ~ 500 只, 周至自然保护区有羚牛 500 ~ 600 只, 牛背梁自然保护区有 100 ~ 150 只, 长青自然保护区有 200 只左右, 整个秦岭羚牛种群约有 3 500 只<sup>[31]</sup>。陕西省镇安县是秦岭羚牛的原始分布区, 上世纪 80 年代羚牛一度从该地区消失。近年来由于曾遭受严重破坏的羚牛栖息地逐渐恢复, 羚牛种群又开始出现于该地区, 并发现有多达 20 只的大群体活动。羚牛四川亚种的种群数量估计有 7 000 ~ 7 100 只<sup>[24, 32]</sup>。1986 年四川唐家河自然保护区有羚牛 480 ~ 520 只<sup>[33]</sup>。基于这一种群数量, 通过 Leslie 矩阵方法预测到了 1986 ~ 2004 年间该保护区羚牛种群的动态与稳定性, 并提出科学管理和合理利用羚牛资源的对策<sup>[34, 35]</sup>。

### 3 栖息地

对羚牛栖息地的研究非常有限, 主要集中在栖息地的垂直分布范围和季节性选择变化方面<sup>[18, 19, 36 ~ 42]</sup>。羚牛栖息地的垂直分布高度存在亚种差异, 秦岭亚种栖息于海拔 1 200 ~ 3 500 m<sup>[37, 42, 43]</sup>, 四川亚种在 1 500 ~ 4 500 m<sup>[36, 39, 40, 44]</sup>, 指名亚种在 1 900 ~ 3 900 m<sup>[18, 38, 41, 45]</sup>, 不丹亚种在 3 200 ~ 5 200 m<sup>[18, 21]</sup>。羚牛的 4 个亚种中, 秦岭羚牛栖息地的海拔最低, 甚至在海拔 700 m 左右也有少数羚牛光顾<sup>[46]</sup>。虽然如此, 羚牛各亚种基本上栖息于亚高山(或高山)混交林、针叶林及灌丛草甸带中<sup>[18]</sup>。受气候和食物的影响, 羚牛栖息地随其季节性垂直迁移而变动, 在分布高度和植被类型上随季节而变化<sup>[36 ~ 43]</sup>。羚牛冬季常在山顶平台或缓坡处越冬<sup>[22]</sup>, 夏季多栖息于山顶平台、洼地、山间缓坡处<sup>[2]</sup>。羚牛对栖息地的坡度有所选择, 秋季倾向选择 30° ~ 60° 的坡, 夏季和冬季则喜欢利用小于 30° 的缓坡<sup>[37, 42]</sup>。羚牛对栖息坡向和坡位的选择也随季节而变化<sup>[40]</sup>。在陕西太白山自然保护区羚牛主要分布在秦岭的南坡和北坡, 且南坡的羚牛多于北坡<sup>[43]</sup>。

#### 4 季节性迁移活动

羚牛各亚种栖息地的海拔高差达 2 000 m。对羚牛在此范围内的季节性垂直迁移习性, 在许多文献中都有简略提及<sup>[18~20, 36~39, 41, 43, 44, 47~50]</sup>, 但还没有专门的研究报道。对于羚牛的季节性迁移规律的认知, 除羚牛指名亚种夏季栖息在海拔相对较低的 2 170 m 处外<sup>[41]</sup>, 众多学者基本上认为羚牛春季向下迁移并到达栖息地的最低处活动, 然后向上迁移并在夏季或秋季栖息于最高海拔区域, 秋冬时分羚牛再向下迁移活动<sup>[36, 39, 40, 43, 47, 51]</sup>。然而, 对羚牛冬季停留的海拔高度存在不一致的研究结果, 秦岭羚牛冬季向下迁移至中山地区<sup>[47]</sup>或栖息在 1 300 ~ 2 500 m<sup>[43]</sup>, 甘肃白水江自然保护区的羚牛四川亚种冬季在 1 600 m 左右活动<sup>[39]</sup>, 云南高黎贡山羚牛指名亚种冬季栖息在 2 170 ~ 2 500 m<sup>[41]</sup>。此外, 除春夏季羚牛是季节性先向下后向上迁移外, 我们的研究还发现秋冬季羚牛也是先向下后向上迁移的, 羚牛冬季稳定在 1 800 ~ 2 000 m 之间活动<sup>[51]</sup>。食物和温度的变化被认为是羚牛进行垂直迁移变化的主要原因<sup>[19, 39, 40]</sup>。

#### 5 集群行为

羚牛主要以集群的方式活动, 同时也见到羚牛单独活动的现象<sup>[52]</sup>。从以往的文献中也可以获悉羚牛的这一生态习性<sup>[18, 33, 36, 39, 47, 48, 53~56]</sup>。羚牛的群体大小及最大群体在不同区域存在一定的差异。羚牛指名亚种一群少者在 20 只以下, 最大群可超过 100 只<sup>[20]</sup>; 四川唐家河自然保护区羚牛的群体大小平均为 39.6 只, 最大群有 130 只<sup>[33]</sup>; 在秦岭太白山平河梁地区的羚牛群体大小平均为 8.7 只, 最大群有 50 只<sup>[56]</sup>; 在陕西佛坪自然保护区, 集群活动的羚牛个体数占所见羚牛总数的 95.4%, 有 50% 以上的羚牛是在大于 15 只的羚牛群体中见到的, 群体大小平均为 10.8 ( $n=96$ ) 只, 1996 年的最大群有 59 只<sup>[51]</sup>。分析佛坪自然保护区的 49 群秦岭羚牛的结构表明, 羚牛群体由幼仔、亚成体及成体组成, 各年龄组比率分别为 11.3%、28.1% 和 60.6%, 与四川亚种群体的年龄组成基本一致。如唐家河自然保护区羚牛群体各年龄组比率分别为 17.5%、17.3% 和 65.2%<sup>[33]</sup>。

对羚牛种群生态的研究过程中, 出现了多种不同术语描述羚牛的集群类型, 包括“一雌一雄群”、“成雄群”或“公牛群”、“一雄多雌群”、“混合

群”、“家群”、“族群”和“聚集群”<sup>[18, 33, 55, 56]</sup>。使用的术语及其定义的不统一, 给羚牛集群行为研究带来了混乱和误解。为此宋延龄等<sup>[52]</sup>专门对秦岭羚牛的集群类型进行了研究, 按群体大小和结构把羚牛群分为家群、混合群、社群、聚集群和独牛 5 类, 并给予了明确的定义; 由于仅在春季见到一次由 3 只公牛组成的群体, 因此未把公牛群单列为一种集群类型。然而, 全部由成年雄性个体组成的羚牛群 (一般为 2~4 只) 却常出现于羚牛四川亚种中<sup>[33, 53~55, 57]</sup>。在羚牛各集群类型中, 家群的稳定性较高, 社群次之, 聚集群最差; 家群是羚牛集群的基本单位, 社群则是羚牛群栖的主要形式, 羚牛群体的结构和组成经常发生变化<sup>[52, 58]</sup>。在繁殖期雄性羚牛是群体中最不稳定的成员, 繁殖行为和亚成体的成长变化被认为是羚牛群体变化的原因<sup>[58]</sup>。聚集群在羚牛秦岭亚种中仅出现在夏季或夏秋季<sup>[52, 56]</sup>, 而四川亚种的聚集群却在一年四季都能见到<sup>[33, 39, 53]</sup>。冬季有一次在唐家河自然保护区观察到 50~100 只个体的大羚牛群<sup>[33]</sup>。

单独活动的羚牛个体被称为“独牛”。对羚牛独栖现象已经有专门的研究和探讨<sup>[54, 59]</sup>。独牛数量在羚牛种群中所占的比例很低, 陕西佛坪自然保护区中有 4.6% 羚牛单独活动<sup>[59]</sup>, 四川唐家河自然保护区中的独牛占 2.8%<sup>[33]</sup>, 在繁殖季节雄性独牛仅占 1.1%<sup>[55]</sup>。多数独牛为雄性个体, 独牛中不仅有老弱病残个体或竞争中的失败者<sup>[2, 18, 33, 47, 54~56, 59]</sup>, 还有健壮的雄性个体<sup>[18, 33, 59]</sup>, 成年雌性个体和幼仔<sup>[54, 56, 59, 60]</sup>。同时还见到体况差的亚成体单独活动<sup>[59]</sup>。独牛的形成主要与繁殖有关, 同时还与疾病及防御迁移有关<sup>[59]</sup>。独牛常在跟踪牛群时不断嗅闻牛道上的泥土及蹄印痕迹<sup>[2]</sup>。蹄印中的蹄腺分泌物含有带特殊气味的初级脂肪酸和高级脂肪酸<sup>[61]</sup>。独牛存在于不同季节, 但在繁殖交配期间健壮的雄性独牛出现的比例很高, 它的存在有助于羚牛种群的繁衍<sup>[59]</sup>。

#### 6 家域

目前对羚牛家域的研究仍然不够深入。肖红等<sup>[56]</sup>采用根据动物个体特征和足迹形状识别羚牛并确定其行动路线与活动规律的方法, 在秦岭平梁河地区确定了一群羚牛的冬季家域为 19.4 km<sup>2</sup>, 另一群羚牛的夏秋季家域为 18.2 km<sup>2</sup>。无线电遥测技术的运用使羚牛的家域得到进一步的研究。1995~

1996 年在陕西佛坪自然保护区对 4 只羚牛进行了保定麻醉并佩戴无线电颈圈<sup>[62]</sup>。它们的年家域在 35.2 ~ 98.5 km<sup>2</sup> 之间, 平均 56.8 km<sup>2</sup>; 月均家域为 6.3 km<sup>2</sup> (n = 19), 占年均家域的 4.1 % ~ 18.1 %<sup>[63]</sup>。羚牛的家域之间存在重叠现象, 但未见羚牛有明显的领域行为, 它们在利用同一区域的资源上存在着时间和空间上的隔离<sup>[63]</sup>。

## 7 日活动规律

羚牛的日活动规律自上世纪 80 年代以来就有一些基于野外零星观察的报道。羚牛多在晨昏觅食<sup>[44]</sup>。独栖羚牛主要在白昼活动<sup>[54, 64]</sup>。羚牛每天的采食高峰在 06:00 ~ 10:00 及 16:00 ~ 21:00 左右, 中午休息, 夜间也有觅食活动<sup>[2]</sup>。此外, 有人却认为羚牛主要在夜间活动, 尤其以晨昏最为活跃<sup>[36, 48, 65, 66]</sup>。然而, 对秦岭羚牛的活动情况进行无线电监听的结果表明, 羚牛以白昼活动为主, 晨昏时 (06:00 ~ 07:00 和 18:30 ~ 19:30) 的活动最频繁<sup>[67]</sup>。羚牛每昼夜有 70.0 % 的时间处于活动状态 (n = 40), 其中 76.8 % 的活动时间是在白昼; 白昼的 06:00 ~ 08:00、10:00 ~ 12:00 和 18:00 ~ 20:00 是羚牛的 3 个活动高峰期, 12:00 ~ 14:00 羚牛大部分在林荫处与崖石下卧息或反刍<sup>[67]</sup>。虽然羚牛在夜间也有一定强度的活动并可能采食, 但羚牛夜间以休息为主<sup>[51, 67]</sup>。群体中的雄牛与老年独牛在活动节律方面存在一定的差异, 在繁殖期间尤为突出。前者在繁殖期中, 夜间保持了较强的活动性, 而后者夜间几乎完全休息<sup>[59, 67]</sup>。在大雾及阴雨天羚牛能照常采食<sup>[2]</sup>, 但是中雨和大雨会使羚牛在通常的采食时间段停止活动<sup>[67]</sup>。

## 8 采食习性

羚牛广泛地采食多种植物, 以其叶、茎、花、果、嫩枝甚至树皮为食。集群采食的羚牛常通过听觉通讯来使牛群聚集在一起并共同迁移采食<sup>[51]</sup>, 而独栖羚牛也有与其相适应的采食特征<sup>[54]</sup>。对羚牛采食的观察出现于上世纪 80 年代前后, 四川天全县的羚牛在冬春季采食 29 种植物<sup>[48]</sup>, 记录到羚牛指名亚种、不丹亚种、四川亚种和秦岭亚种分别采食植物 22 种、24 种、46 种和 79 种<sup>[18]</sup>, 后认为它们择食的主要植物种类分别为 18 种、24 种、52 种和 78 种<sup>[2, 22]</sup>。最近对羚牛指名亚种的食性观察, 也只记录到 11 种羚牛主要采食的植物<sup>[41]</sup>。但对羚牛食性的进一步研究发现, 羚牛四川亚种采食 138

种植物, 其中木本植物占 50.7 %<sup>[53]</sup>; 后来又统计出四川羚牛采食 140 种植物<sup>[60]</sup>; 秦岭亚种采食的植物多达 161 种, 其中草本占 32.9 %, 木本占 62.7 %, 苔藓植物和蕨类植物占 4.4 %<sup>[68]</sup>。因此, 生活在森林中的羚牛是以采食嫩枝叶为主, 兼食草本植物的植食动物<sup>[53, 68]</sup>。对羚牛唾液腺和消化道形态的研究也同样表明了羚牛应归属于中间采食类型<sup>[69]</sup>。

羚牛具有季节性垂直迁移采食的习性<sup>[51, 53, 60]</sup>。羚牛采食植物的种类随季节而变化, 对采食植物的部位也有一定的选择性<sup>[68]</sup>。羚牛喜欢选择蛋白质含量高、纤维素含量低的植物部分。叶是羚牛喜食的部位, 柳树叶的蛋白质含量在春季至秋季高达 12 % ~ 18 %。尽管如此, 羚牛在食物缺乏的季节还是不得不采食营养含量低的食物。树皮是羚牛冬季的重要食物, 冬季柳树树皮的蛋白质含量仅有 5 %, 嫩枝中含 8 %。羚牛冬季食物中的粗蛋白含量平均为 7 %, 远比其它季节 (平均为 10 % ~ 17 %) 低<sup>[53]</sup>。

对羚牛的采食行为在一些文献中有零星的描述<sup>[2, 18]</sup>, 也有较为深入的观察报道<sup>[51, 53, 60]</sup>。羚牛主要在白天采食, 采食时多用上下唇扯断植物的枝(茎)叶, 而不是以舌卷食, 也用牙咬或啃食木本植物的幼枝或皮<sup>[51, 53]</sup>。羚牛一般以常规行走的方式采食, 采食高度一般在 40 ~ 220 cm 之间<sup>[25, 53]</sup>。但当食物超出正常采食方式所能获得的特殊情况下, 羚牛也会采用一些特殊的方式取食, 如后肢站立采食和压枝采食<sup>[47, 51, 53, 60]</sup>, 偶尔还会骑树采食、撞击采食和跪地采食<sup>[51]</sup>。此外, 羚牛有嗜盐习性, 每个羚牛亚种均能舔食含盐量较高的泥土等补充身体所需<sup>[18-20, 36, 41, 44, 45, 53, 70-73]</sup>。羚牛舔盐具有一定的等级序位<sup>[72, 73]</sup>。野外还见到羚牛以直接饮水或舔雪的方式来补充对水分的需求<sup>[51]</sup>。

## 9 繁殖生态及行为

羚牛的繁殖生态是需要继续深入关注的重点研究领域。目前仅吴诗宝等<sup>[55, 74, 75]</sup>对野生羚牛的繁殖生态及其发情交配行为有较为详细的研究, 并编制出羚牛的生命表、内禀增长率及繁殖价表。有关羚牛的发情期、繁殖能力、产仔和哺乳期的详细数据主要来自对圈养羚牛的观察<sup>[2, 66, 76-81]</sup>。

圈养雌性羚牛性成熟并交配受孕的年龄为 4 岁左右<sup>[66, 78]</sup>, 但也有 3.5 岁的报道<sup>[79]</sup>; 雄性羚牛性

成熟的年龄约为 4 岁<sup>[79]</sup> 或 5 岁<sup>[80]</sup>。在圈养羚牛性成熟年龄方面的差异可能与不同研究者对年龄估计的精确尺度有关。野生雄性羚牛的性成熟年龄为 5.5 岁，雌性则为 4.5 岁，雌性羚牛的最大繁殖年龄为 17 岁<sup>[74, 75]</sup>。目前已知的野生羚牛的最长寿命为 27 岁<sup>[82]</sup>。对羚牛的发情交配期有多种不同的报道。四川天全县的羚牛在 6~8 月发情交配<sup>[48]</sup>；四川唐家河保护区的羚牛在 7 月初至 9 月初发情交配，7 月下旬至 8 月中旬是其高峰期<sup>[55, 74]</sup>。秦岭羚牛的交配季节要早于四川羚牛，陕西佛坪保护区秦岭羚牛的发情交配时间是在 6~8 月，多集中于 7 月上、中旬<sup>[77]</sup>，同时笔者还在该地区观察到羚牛 5 月份进行爬跨交配的现象。此外，羚牛的发情交配在不少动物园也有记录，圈养羚牛多在每年的 5~9 月发情交配，发情期持续 7~10 d，发情周期平均约为 20 d<sup>[2, 74, 77~79, 81]</sup>。

对羚牛的发情交配及产仔行为已有详细报道<sup>[55, 74, 76~78]</sup>。羚牛的发情交配行为模式包括鸣叫、争斗、嗅闻、卷唇、追随、亲昵、爬跨和交配<sup>[55, 74]</sup>。圈养羚牛在白天的大部分时候都能进行交配，每次交配时几秒内即可完成射精<sup>[2, 76, 78]</sup>。野生羚牛的发情交配行为则在 10:00~11:00 和 14:30~18:00 两时间段最为强烈，每次的交配过程仅 3~5 s<sup>[55]</sup>。

野生雌羚牛的妊娠期为 8~9 个月<sup>[74]</sup>。圈养羚牛的妊娠期为 238~279 d，平均 266 d<sup>[77]</sup>。羚牛的产仔期为 1~4 月，每胎 1 仔，也有产双犊的可能<sup>[74, 77]</sup>。羚牛的分娩可以在一天中的任何时候出现<sup>[2, 77]</sup>。羚牛幼仔初生重约 10 kg<sup>[49]</sup>，幼牛每日的吮乳次数及每次吮乳的时间随日龄而变化<sup>[76, 78]</sup>，1~10 日龄时每天吮乳 6~10 次<sup>[76]</sup> 或 7~9 次<sup>[78]</sup>，10 个月以后吮乳次数则减少到 1~2 次<sup>[78]</sup>。康蔼黎等<sup>[83]</sup>还对圈养羚牛的母幼行为进行了初步的研究，着重描述了羚牛的哺乳行为和母幼接触。

## 10 防御行为

对羚牛的防御行为既有一些文献中的零星报道<sup>[2, 33, 47, 56, 57, 84, 85]</sup>，也有专门的研究<sup>[86]</sup>。羚牛不主动袭击人，并非凶猛可怕<sup>[85]</sup>。它的生存受到人类的干扰，但豹和豺才是它的主要天敌<sup>[2, 33, 87]</sup>。羚牛饮水时常抬头四处张望，若突然听见异常声音，并不立即逃走，而是抬头凝神静听<sup>[54]</sup>。它对接近的人的防御行为包括发现、警觉、示警、御敌 4 种模

式；独牛在近距离与人遭遇时可能对人进行攻击，但逃跑是羚牛躲避敌害的主要手段<sup>[86]</sup>。逃跑时羚牛一般就近消失于下坡的密林中，往往也进行较长距离的迁移<sup>[56, 86]</sup>。羚牛具有很强的群体防御意识及明显的护幼行为<sup>[2, 48, 60, 84, 86]</sup>。葛桃安<sup>[33, 84]</sup>曾观察到羚牛群体在白昼卧躺休息时，围成一不规则圆圈，其角向外，雌牛及幼牛在中央的情景。

纵观上述研究成就，近 10 年来我们对羚牛种群生态的研究已经取得了长足的进步，但许多方面仍然不够深入，尤其是在羚牛种群数量的动态变化、环境容纳量、家域的稳定性和影响因素、群体大小的季节性变化、集群的生态适应对策、季节性迁移规律的本质、日活动规律的个体差异与季节性变化、栖息地选择与影响因素、繁殖行为生态等方面存在很多空白，有待广大科研工作者进一步深入研究。

致谢：在查阅文献过程中得到中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所林英华博士的大力帮助，特此致谢。

## 参考文献：

- [1] 吴家炎. 中国羚牛分类、分布的研究 [J]. 动物学研究, 1986, 7 (2): 167 - 175.
- [2] 吴家炎等著. 中国羚牛 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1990.
- [3] Hodgson B H. On the takin of the eastern Himalaya [J]. *J Asiatic Soc Beng*, 1850, 19: 65 - 75.
- [4] 张莉, 贾敬肖, 王强. 中国羚牛的染色体研究 [J]. 西北大学学报 (自然科学版), 1987, 17 (2): 45 - 47.
- [5] 贾敬肖, 张莉, 叶润蓉. 我国牛科 (Bovidae) 中 3 种动物的染色体组型比较分析 [J]. 西北大学学报 (自然科学版), 1994, 24 (4): 361 - 363.
- [6] 刘家因, 朱洵美. 羚牛 (*Budorcas taxicolor*) 部分脏器特点的观察 [J]. 兽类学报, 1987, 7 (4): 255 - 260.
- [7] 屈虹, 党蕊叶. 羚牛、羊、牛血清同工酶的比较研究 [J]. 兽类学报, 1988, 8 (2): 113 - 116.
- [8] 郭亮霞. 羚牛、同羊及黄牛血清蛋白电泳的比较研究 [J]. 动物学杂志, 1989, 24 (2): 24 - 26 (注: 同羊的学名为 *Ovis aries*).
- [9] Lydekker R. Catalogue of the Ungulate Mammals in the British Museum [M]. London: British Museum of Natural History, Vol. 1. 1913 - 1916.
- [10] Allen G M. Natural History of Central Asia. Vol. , Part 2. The

- Mammals of China and Mongolia [M]. New York: The American Museum of Natural History, 1940. 1 249 - 1 258.
- [11] 王宗祯, 汪松, 陆长坤, 张荣祖. 中国牛科动物的分类分布和利用 [J]. 生物学通报, 1963, 5: 24 - 30.
- [12] Simpson G G. The principles of classification and a classification of mammals [J]. *Bull Amer Mus Nat Hist*, 1945, 85: 1 - 350.
- [13] Ellerman J R, Morrison - Scott T C S. Checklist of Palaearctic and Indian Mammals [M]. London: British Museum of Natural History, 1951.
- [14] Schaller GB. Wild Sheep and Goats of the Himalaya [M]. Chicago: Chicago University Press, 1977.
- [15] Groves P, Shields G F. Cytochrome B sequences suggest convergent evolution of the Asian takin and Arctic muskox [J]. *Mol Phylogenet Evol*, 1997, 8 (3): 363 - 374.
- [16] Pasitschniak-Arts M, Flood P F, Schmutz S M, Seidel B. A comparison of G-band patterns of the muskox and takin and their evolutionary relationship to sheep [J]. *J Hered*, 1994, 85 (2): 143 - 147.
- [17] 蒙世杰, 王静, 刘佩, 宿兵, 张亚平. 羚牛细胞色素 b 基因序列分析和系统进化研究 [J]. 西北大学学报 (自然科学版), 2001, 31 (4): 347 - 350.
- [18] 吴家炎, 韩亦平, 雍严格, 赵俊武. 中国羚牛食性及种群特征的初步研究 [J]. 动物世界, 1986, 3 (2/3): 1 - 15.
- [19] 吴家炎. 西藏羚牛调查 [J]. 动物学杂志, 1981, (4): 16 - 19.
- [20] 云南省林业调查规划设计院主编. 云南自然保护区 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1989.
- [21] 吴家炎, 牛勇. 我国兽类新记录——不丹羚牛 [J]. 动物分类学报, 1981, 6 (1): 105.
- [22] 吴家炎, 韩亦平, 邓凤鸣. 秦岭羚牛及其保护 [J]. 野生动物, 1983, (1): 14 - 18.
- [23] 魏辅文, 胡锦矗. 四川羚牛的分布 [J]. 四川动物, 1993, 12 (3): 32 - 33.
- [24] 汪松主编. 中国濒危动物红皮书, 兽类 [M]. 北京: 科学出版社, 1998, 299 - 313.
- [25] 艾怀森. 高黎贡山的羚牛 [J]. 云南林业, 1996, 88 (3): 20.
- [26] 尹秉高, 刘务林. 西藏珍稀野生动物与保护 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1993.
- [27] Rabinowitz A, Khaing S K. Status of selected mammal species in North Myanmar [J]. *Oryx*, 1998, 32 (3): 201 - 208.
- [28] Song Y. Present population status and conservation of the golden takin in the Shaanxi Foping National Nature Reserve, China [J]. *Tiger Paper*, 1994, 21 (4): 9 - 12.
- [29] 曾治高, 宋延龄, 巩会生. 佛坪自然保护区羚牛的种群数量与结构特征 [J]. 兽类学报, 1998, 18 (4): 241 - 246.
- [30] 赵德怀, 雍严格, 赵纳勋, 阮英琴, 夏未铭, 杨兴中, 蒙世杰. 佛坪自然保护区动物普查初报 [J]. 陕西林业科技, 1999, (1): 58 - 61.
- [31] 宋延龄, 曾治高. 秦岭羚牛的生存现状及其面临的问题 [J]. 生物多样性 (香港), 2001, (2): 94 - 100.
- [32] 胡锦矗, 魏辅文. 四川扭角羚的今昔 [A]. 见: 夏武平, 张洁主编. 人类活动影响下兽类的演变 [C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993, 115 - 117.
- [33] 葛桃安, 胡锦矗, 江明道, 邓启涛. 唐家河自然保护区扭角羚的兽群结构及数量分布 [J]. 兽类学报, 1989, 9 (4): 262 - 268.
- [34] 吴诗宝, 魏辅文, 胡锦矗. 唐家河自然保护区扭角羚种群动态及稳定性研究 [J]. 四川师范学院学报 (自然科学版), 1998, 19 (2): 142 - 146.
- [35] Wu S, Wei F, Hu J. Preliminary study on population dynamics and stability of takin (*Budorcas taxicolor tibetana*) in Tangjiahe Reserve [J]. *Journal of Central China Normal University (Nat Sci)*, 1998, 32 (4): 464 - 469.
- [36] 邓其祥. 蜂子河冬春季牛羚的生活习性与社群结构 [J]. 南充师范学院学报 (自然), 1981, (3): 90 - 94.
- [37] Song Y, Yu Y, Gong H, Zhang S. Habitat utilization of the golden takin during later autumn and early winter in Foping Nature Reserve [J]. *Chinese Biodiversity*, 1995, 3 (suppl): 73 - 78.
- [38] 西南林学院, 云南省林业调查规划设计院, 云南省林业厅主编. 高黎贡山国家级自然保护区 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.
- [39] 张涛, 黄华梨. 白水江地区羚牛生态初步研究 [A]. 见: 张洁主编. 中国兽类生物学研究 [C]. 北京: 中国林业出版社, 1995, 110 - 114.
- [40] 黄华梨, 张涛, 杨文. 白水江自然保护区羚牛的分布与栖息地特征 [J]. 兽类学报, 1996, 16 (3): 230.
- [41] 艾怀森. 高黎贡山中中段羚牛栖息地和食性初步观察 [J]. 云南林业科技, 2000, 92 (3): 61 - 64.
- [42] 麻奎太, 郑松峰, 何百锁, 孙延昌. 夏秋季羚牛对长青自然保护区境内栖息地的选择初报 [J]. 动物学杂志, 2001, 36 (4): 66 - 69.
- [43] 马亦生. 太白山自然保护区羚牛分布的初步调查 [J]. 兽类学报, 1999, 19 (2): 155 - 157.
- [44] 胡锦矗, 邓其祥, 余志伟, 周守德, 田致祥. 大熊猫、金丝猴等珍稀动物生态生物学研究 [J]. 南充师范学院学报 (自然科学版), 1980, (2): 1 - 38.
- [45] 艾怀森. 羚牛在高黎贡山的栖息地及食性 [J]. 野生动物, 1999, 20 (4): 36 - 37.
- [46] 成英支. 秦岭羚牛频繁下山, 栖息地活动范围扩大 [J]. 野生动物, 1993, (4): 50.
- [47] 吴家炎, 吕宗宝, 郑永烈, 邵孟明. 秦岭太白山区羚牛生态的初步观察 [J]. 动物学杂志, 1966, (3): 107 - 108.
- [48] 邓其祥. 天全县蜂子河羚牛生态调查 [J]. 动物学杂志, 1984, (6): 30 - 33.
- [49] 胡锦矗主编. 卧龙自然保护区大熊猫、金丝猴、羚牛生态生物学研究 [M]. 成都: 四川人民出版社, 1981, 49 - 57.
- [50] 冯建建, 蔡桂全, 郑昌琳. 西藏哺乳类 [M]. 北京: 科学出版社, 1986, 231 - 234.
- [51] 曾治高, 钟文勤, 宋延龄, 巩会生, 王学杰, 王宽武. 秦

- 岭羚牛的采食行为 [J]. 动物学杂志, 2001, **36** (6): 29 - 32.
- [52] 宋延龄, 曾治高. 秦岭羚牛的集群类型 [J]. 兽类学报, 1999, **19** (2): 81 - 88.
- [53] Schaller GB, Teng Q, Pan W, Qin Z, Wang X, Hu J, Chen L. Feeding behavior of Sichuan takin (*Budorcas taxicolor*) [J]. *Mammalia*, 1986, **50** (3): 311 - 322.
- [54] 袁重桂, 胡锦矗, 吴毅, 魏辅文, 江明道, 邓启涛. 唐家河自然保护区冬季独栖羚牛及其习性 [J]. 动物学研究, 1990, **11** (3): 203 - 207.
- [55] 吴诗宝, 胡锦矗, 刘云, 葛陶安. 扭角羚的繁殖生态 [J]. 华东师范学院学报 (哺乳动物生态学专辑), 1990, 84 - 89.
- [56] 肖红, 朱洵美, 吴家炎. 平河梁地区羚牛种群特征及活动规律的研究 [J]. 西北大学学报, 1991, 21 (增刊): 105 - 110.
- [57] Schaller GB. Talking of takins [J]. *Animal Kingdom*, 1985, **88** (5): 22 - 29.
- [58] 曾治高, 宋延龄, 巩会生. 秦岭羚牛群体分离与重组的变化 [J]. 兽类学报, 2000, **20** (3): 161 - 167.
- [59] 曾治高, 宋延龄. 秦岭羚牛中独栖现象的初步观察 [J]. 兽类学报, 1999, **19** (3): 169 - 175.
- [60] 魏辅文, 胡锦矗, 袁重桂, 吴毅. 唐家河自然保护区牛羚的生态学研究 [J]. 四川师范学院学报, 1991, **12** (2): 127 - 132.
- [61] 屈虹, 吴家炎, 郭亮霞. 羚牛肉、脂、蹄腺分泌物的生化分析 [J]. 兽类学报, 1986, **6** (4): 255 - 258.
- [62] 巩会生. 野生羚牛保定技术 [J]. 动物学杂志, 2000, **35** (2): 36 - 37.
- [63] 宋延龄, 曾治高, 张坚, 王学杰, 巩会生, 王宽武. 秦岭羚牛的家域研究 [J]. 兽类学报, 2000, **20** (4): 241 - 249.
- [64] 王小明, 邓启涛. 唐家河自然保护区羚牛生态观察 [J]. 野生动物, 1987, (6): 16 - 17.
- [65] 夏武平等编著. 高耀亭等修订. 中国动物图谱, 兽类 (第二版) [M]. 北京: 科学出版社, 1988. 111.
- [66] 谢柳英, 严杜坚. 野幼羚牛的饲养与繁殖 [J]. 野生动物, 1991, (2): 33 - 35.
- [67] 曾治高, 宋延龄. 秦岭羚牛春夏季昼夜活动节律与时间分配 [J]. 兽类学报, 2001, **21** (1): 7 - 13.
- [68] 曾治高, 宋延龄, 钟文勤, 巩会生, 张坚, 党高第. 秦岭羚牛的食性 [J]. 动物学杂志, 2001, **36** (3): 36 - 44.
- [69] Frey R, Hofmann R R. Salivary glands of the Takin (*Budorcas taxicolor*, mammalia, bovidae) with special consideration of the glandula zygomatica [J]. *Zoologischer Anzeiger*, 1998, **237** (2 - 3): 139 - 153.
- [70] Ward F. Some observations on the birds and mammals of Imaw Bum [J]. *J Bombay Nat Hist Soc*, 1921, 27: 754 - 758.
- [71] Cooper H. The Mishmi takin (*Budorcas taxicolor*) [J]. *J Bombay Nat Hist Soc*, 1923, 29: 550 - 551.
- [72] 葛桃安, 胡锦矗, 江明道. 扭角羚的添盐行为观察及初析 [J]. 南充师范学院学报 (科技版), 1988, **9** (1): 15 - 19.
- [73] 曾治高, 宋延龄. 秦岭羚牛的舔盐习性 [J]. 动物学杂志, 1998, **33** (3): 31 - 33.
- [74] 吴诗宝, 刘云, 胡锦矗. 野生扭角羚繁殖习性的研究 [J]. 重庆师范学院学报 (自然科学版), 1997, **14** (1): 36 - 40.
- [75] 吴诗宝, 魏辅文, 胡锦矗. 扭角羚的繁殖特征及生命表初编 [J]. 安徽师范大学学报 (自然科学版), 1997, **20** (2): 149 - 156.
- [76] 周建华. 羚牛饲养与繁殖 [J]. 野生动物, 1992, **65** (1): 23 - 24.
- [77] 余玉群, 宋延龄, 高凤岐, 巩会生, 范海渤, 马运良. 秦岭羚牛繁殖期和产仔行为研究 [J]. 西北大学学报, 1995, 25: 658 - 662.
- [78] 刘冰许, 赵文珍. 金毛羚牛的繁殖行为观察 [J]. 广东畜牧兽医科技, 1999, **24** (4): 22 - 23.
- [79] 张玲. 羚牛在沈阳动物园的饲养与繁殖 [J]. 中国动物园年刊, 1983, (6): 9 - 11.
- [80] 吴其锐. 圈养扭角羚应注意矿物元素的补给 [J]. 野生动物, 1996, (3): 28 - 29.
- [81] 陈崇华, 田华剑. 牛羚的饲养与繁殖 [J]. 中国动物园年刊, 1979, (2): 56 - 60.
- [82] 吴诗宝, 魏辅文, 胡锦矗. 扭角羚的年龄鉴定初探 [J]. 四川师范学院学报 (自然科学版), 1992, **13** (1): 10 - 13.
- [83] 康蔼黎, 张恩迪. 饲养条件下羚牛母幼行为的初步研究 [J]. 动物学杂志, 2001, **36** (2): 19 - 22.
- [84] 葛桃安. 扭角羚的御敌与护幼 [J]. 野生动物, 1988, (4): 30 - 31.
- [85] 田星群. 羚牛行为的观察 [J]. 野生动物, 1985, (6): 49.
- [86] 曾治高, 宋延龄. 羚牛防御行为的观察 [J]. 兽类学报, 1998, **18** (1): 8 - 14.
- [87] 胡锦矗, 王西之主编. 四川资源动物志, 兽类 (第二卷) [M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1984, 164 - 166.