

中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
中国科协优秀期刊
中国科学院优秀科技期刊
新中国 60 年有影响力的期刊
国家期刊奖

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

(Shengtai Xuebao)

第 31 卷 第 4 期
Vol.31 No.4
2011



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



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 4 期 2011 年 2 月 (半月刊)

目 次

短期增温对青藏高原高寒草甸植物群落结构和生物量的影响	李 娜,王根绪,杨 燕,等 (895)
三峡库区 9 种植物种子萌发特性及其在植被恢复中的意义	陶 敏,鲍大川,江明喜 (906)
白蜡虫及其 3 种优势寄生蜂的时空生态位	王自力,陈 勇,陈晓鸣,等 (914)
宁夏盐池荒漠草原步甲物种多样性	贺 奇,王新谱,杨贵军 (923)
脂肪酸对中华哲水蚤摄食两种海洋微藻的指示作用	刘梦坛,李超伦,孙 松 (933)
安徽菜子湖大型底栖动物的群落结构特征	徐小雨,周立志,朱文中,等 (943)
乐清湾潮间带大型底栖动物群落分布格局及其对人类活动的响应	彭 欣,谢起浪,陈少波,等 (954)
海蜇养殖对池塘底泥营养盐和大型底栖动物群落结构的影响	冯建祥,董双林,高勤峰,等 (964)
竹巴笼矮岩羊 (<i>Pseudos schaeferi</i>) 昼间行为节律和时间分配	刘国库,周材权,杨志松,等 (972)
干热河谷植物叶片,树高和种子功能性状比较	郑志兴,孙振华,张志明,等 (982)
石羊河中游沙漠化逆转过程土壤种子库的动态变化	马全林,张德魁,刘有军,等 (989)
基于 TM 影像、森林资源清查数据和人工神经网络的森林碳空间分布模拟	汪少华,张茂震,赵平安,等 (998)
山地视觉景观的 GIS 评价——以广东南昆山国家森林公园为例	裴亦书,高 峻,詹起林 (1009)
基于功能分类的城市湿地公园景观格局——以西溪湿地公园为例	李玉凤,刘红玉,郑 因,等 (1021)
水分胁迫下丛枝菌根 AM 真菌对民勤绢蒿生长与抗旱性的影响	贺学礼,高 露,赵丽莉 (1029)
农田灌溉对印度区域气候的影响模拟	毛慧琴,延晓冬,熊 喆,等 (1038)
高大气 CO ₂ 浓度下小麦旗叶光合能量利用对氮素和光强的响应	张绪成,于显枫,马一凡,等 (1046)
豌豆过氧化氢酶在烟草叶绿体中的过量表达提高了植物的抗逆性	王凤德,衣艳君,王海庆,等 (1058)
不同小麦品种对低温胁迫的反应及抗冻性评价	王树刚,王振林,王 平,等 (1064)
基于遥感与模型耦合的冬小麦生长预测	黄 彦,朱 艳,王 航,等 (1073)
喷施 ABA 对两个穗型不同小麦穗颈节伤流、穗部性状及产量的影响	崔志青,尹燕枰,田奇卓,等 (1085)
“稻鸭共生”生态系统稻季 N、P 循环	张 帆,隋 鹏,陈源泉,等 (1093)
红壤丘陵区粮食生产的生态成本	李 晓,谢永生,张应龙,等 (1101)
甘南牧区草畜平衡优化方案与管理决策	梁天刚,冯琦胜,夏文韬,等 (1111)
黄龙钙化滩流地物种-面积关系	黄宝强,罗毅波,安德军,等 (1124)
杉木人工林细根寿命的影响因素	凌 华,袁一丁,杨智杰,等 (1130)
长白落叶松林龄序列上的生物量及碳储量分配规律	巨文珍,王新杰,孙玉军 (1139)
生物肥与甲壳素和恶霉灵配施对香蕉枯萎病的防治效果	张志红,彭桂香,李华兴,等 (1149)
北京城区不同水质水体可培养细菌数量的季节动态变化	高 程,黄满荣,陶 爽,等 (1157)
专论与综述	
整树水力导度协同冠层气孔导度调节森林蒸腾	赵 平 (1164)
植物寄生对生态系统结构和功能的影响	李钧敏,董 鸣 (1174)
加拿大一枝黄花的入侵机理研究进展	杨如意,咎树婷,唐建军,等 (1185)

竹巴笼矮岩羊昼间行为节律和时间分配

刘国库¹, 周材权^{1,*}, 杨志松¹, 龙 帅¹, 潘 立¹, 王维奎¹, 游于群¹,
曾国伟², 耿山山²

(1. 西华师范大学生命科学学院珍稀动植物研究所; 西南野生动植物资源保护教育部重点实验室;
四川省环境科学与生物多样性保护重点实验室; 四川南充 637009; 2. 巴塘县林业局; 巴塘 627650)

摘要: 2008年11月中旬至2009年1月中旬和2009年3月至8月, 采用瞬时扫描取样法和目标取样法在竹巴笼自然保护区对矮岩羊的昼间行为节律和时间分配进行了研究, 结果表明: 矮岩羊的昼间行为活动有明显的节律性, 活动高峰出现的时间与矮岩羊昼间取食高峰时间基本一致。取食和卧息是最主要的行为方式, 分别占总观察频次的53.83%和27.76%, 频次较少的是站立和移动, 分别占总观察频次的9.93%和8.24%, 其它行为所占频次最少, 只有0.24%, 昼间2个取食高峰(9:00—11:00, 17:00—19:00)和1个卧息高峰(11:00—16:00), 呈现出取食-休息-取食的规律。Kruskal-Wallis H检验表明, 季节因素对矮岩羊取食($P < 0.05$)、卧息($P < 0.05$)和其它行为($P < 0.05$)所占时间影响显著, 而对移动($P > 0.05$)和站立($P > 0.05$)行为影响不显著。各年龄段之间其它行为所占的时间比例差异显著($P < 0.05$), 而取食($P > 0.05$)、移动($P > 0.05$)、卧息($P > 0.05$)和站立($P > 0.05$)所占时间比例差异不显著; 对比分析不同性别矮岩羊昼间行为时间分配差异, 雌性的取食、移动和卧息的时间略高于雄性, 而站立和其他行为时间低于雄性; Mann-Whitney U检验对不同性别矮岩羊昼间的各种行为差异进行分析表明: 性别因素对矮岩羊昼间时间分配和行为节律产生一定程度的影响, 但差异不显著($P > 0.05$)。

关键词: 矮岩羊; 行为节律; 时间分配; 竹巴笼自然保护区

Diurnal activity rhythm and time budgets of the Dwarf Blue Sheep (*Pseudois schaeferi*) in Zhubalong Nature Reserve

LIU Guoku¹, ZHOU Caiquan^{1,*}, YANG Zhisong¹, LONG Shuai¹, PAN Li¹, WANG Weikui¹, YOU Yuqun¹, ZENG Guowei², GENG Shanshan²

1 Institute of Rare Animal and Plants College of Life Sciences, China West Normal University. Key Laboratory of Southwest China Wildlife Resources Conservation (Ministry of Education). Sichuan Provincial Key Laboratory of Environmental Science and Biodiversity Conservation. Nanchong 637009, China

2 Batang Forestry Bureau, Batang 627650, China

Abstract: The diurnal activity rhythm and the time budget of dwarf blue sheep were studied with the Scans Instantaneous Sampling and Focal Animal Sampling in the Zhubalong Nature Reserve of Sichuan Province, China, during middle of the November 2008 to middle of the January 2009, and March to August 2009. The results indicated that dwarf blue sheep's activity time occupied 72.24% and inactivity time 27.76%. The activity frequency curve showed the "U" graph. Their behaviors had stronger rhythmicity in whole observation period and the peak of activity and the peak of feeding were coincidence on the whole. The dwarf blue sheep spent 53.83% of their times on feeding 27.76% on bedding 9.93% on standing 8.24% on moving and 0.24% on the other behaviors. There were two apparently feeding peaks in their diurnal activity rhythm: the first peak at 9:00—11:00 and the second peak at 17:00—19:00. Between two feeding peaks there was one bedding peak (at 11:00—16:00). The regularity was feeding bedding feeding. There were four apparently

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30570275, 30770256); 四川省青年科技基金资助项目(06ZQ026-025); 四川省教育厅预研资助项目(2005C1011); 四川省重点学科重点资助项目(SZD0420); 教育部新世纪优秀人才支持计划

收稿日期: 2010-01-11; **修订日期:** 2010-06-03

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: drcqzhou1@163.com

standing peaks in their diurnal activity rhythm; the first peak at 11:00—12:00, the second peak at 13:00—15:00, the third peak at 14:00—15:00 and the fourth peak at 18:00—19:00; The peak of the moving was to follow the peak of the feeding; There were a peak of the others behavior at 17:00—19:00. Study about the rhythm behavior in difference season, there were two apparently feeding peaks and a feeding low tide in spring, summer and winter, the first feeding peak at 9:00—11:00 and the second feeding peak at 17:00—19:00, and the feeding low tide at 11:00—17:00; There were two bedding peaks in spring and winter, one bedding peak in summer; Between the peak of the moving, standing and the peak of the feeding is fairly similar, there were two others behavior peaks in winter, the daybreak-dusk characteristic of others behavior in summer, but the others behavior was seldom in spring. Kruskal-Wallis H tests indicated that the influence of different season on the time of feeding ($P < 0.05$), bedding ($P < 0.05$) and others behavior ($P < 0.05$) was significant, but moving ($P > 0.05$) and standing ($P > 0.05$) was not significant. About the time budget between different age, the kids feeding time is the most, then the subadults', and the adults' was the least. Compared to the kid, the subadults spent more time on others behavior, and the adults spent less time on other behavior. Kruskal-Wallis H tests indicated that the influence among different ages on the time of others behavior was significant ($P < 0.05$), but other four behaviors was not significant ($P > 0.05$). Mann-Whitney U tests indicated that the influence of adult and subadult on moving ($P < 0.05$), bedding ($P < 0.05$) and standing ($P < 0.05$) were significant; and on the others behavior was extremely significant ($P < 0.01$); the influence of adult and kid on the others behavior ($P < 0.05$) was significant, and on the standing ($P < 0.01$) was extremely significant; but the influence of five behaviors between the subadults and the kids were not significant ($P > 0.05$). Compared to the female, the male spent more time on feeding, moving and bedding; and the female spent less time on standing and the others behavior. Mann-Whitney U tests indicated that the sex displayed certain influences on the time budgets and activity of dwarf blue sheep, but the influence was not significant ($P > 0.05$).

Key Words: Dwarf Blue Sheep; activity rhythm; time budgets; Zhubalong Nature Reserve

行为时间分配是动物行为学研究的重要内容之一,它与动物体的代谢和能量有关,而且会随着生态条件的变化而发生改变^[1]。动物行为时间分配形式反映物种的生存策略,因此通过研究不同生态条件下动物行为时间分配,可以探讨外界环境条件对动物行为的影响以及他们采取相应的生存策略^[2]。

矮岩羊(*Pseudois schaeferi*)是我国特有的珍稀动物,一直以来,对矮岩羊的研究报道,集中在种群生态^[3-5]、物种地位的有效性^[6]、系统进化^[7]、集群^[8-10]、行为编码^[11]、形态比较^[12]和生境选择^[13],有关矮岩羊行为节律和时间分配,只有龙帅^[14]对夏季的节律和时间分配进行了报道,尚没有对矮岩羊的节律和时间分配季节差异进行系统的研究,冬季是矮岩羊的繁殖交配季节,春、夏季是其产仔前期和产仔及育幼时期,细致深入的比较研究不同季节矮岩羊昼间的节律和时间分配,能进一步了解矮岩羊在繁殖和产仔育幼期的节律和对昼间时间的利用,了解矮岩羊如何通过对行为的调节来适应不同季节的环境变化,有利于了解矮岩羊不同季节适应环境的行为策略,对有效地增加其繁殖成功率,扩大种群规模,对矮岩羊的保护有重要意义。

1 研究地区和研究方法

1.1 研究地区自然概况

2008年11月中旬至2009年1月中旬、2009年3月至8月对四川省竹巴笼自然保护区矮岩羊的昼间行为节律和时间分配进行了观察研究。

竹巴笼自然保护区(E:98°59'39"—99°14'13",N:29°33'24"—29°42'32")地处甘孜藏族自治州西南边缘的巴塘县中部的金沙江东岸。保护区面积23 900 hm²,保护区境内地势十分破碎,山川支沟纵横交错,山高、坡陡、谷深为本区地貌的基本特征。区内水系均属金沙江水系,主要的河流有桑达沟、吉里沟、归哇河谷、尼曲河,均为金沙江的支流,从西向东横穿保护区。受青藏高原高空环流及印度洋季风气候影响,使保护区气候格外干燥,降水量少,尤以金沙江河谷地带更甚,其主要特点是雨量少而集中,干湿性分明;日照充足,雨热同季;

气温年差小,日差较大。保护区内无居民居住,没有农耕区,自然生态环境保护完好,动、植物种类丰富。主要动物有林麝(*Moschs berezovskii*)、豹(*Panthera pardus*)、云豹(*Neofelis nebulosa*)、白唇鹿(*Cervus albirostris*)、马麝(*Moschus sifanicus*)、猕猴(*Macaca mulatta*)、藏酋猴(*Macaca thibetana*)、豺(*Cuon alpinus*)、黑熊(*Ursus thibetanus*)、棕熊(*Ursus arctos pruinosus*)、斑羚(*Naemorhedus griseus*)、矮岩羊(*Pseudois schaeferi*)、金雕(*Aquila chrysaetos*)、胡兀鹫(*Gypaetus barbatus*)等。主要植物有狗尾草(*Setaria viridi*)、白草(*Pennisetum flaccidum*)、滇南杭子梢(*Campylotropis harmsii*)、小菅草(*Themeda minor*)、野荞麦(*Fagopyrum cymosum*)、白刺花(*Sophora davidii*)、小花羊蹄甲(*Bauhinia* sp.)、滇榄仁(*Terminalia franchetii*)等。

1.2 研究方法

1.2.1 个体识别

个体识别参考鲁庆彬^[15]、王小明^[16]和龙帅^[14]的标准,结合野外观察到的矮岩羊体型、角型和毛色等,划分为成年雄性、成年雌性、亚成体和幼体。

成年雄性:角粗大,并明显向后弯,鼻梁窄且较黑,体侧靠后有较细的黑色侧线,喉及胸部有一明显的黑色斑块,四肢前面有黑纹,其黑色部分随着年龄的增长不断变深。

成年雌性:角短小,且几乎不弯曲或向内稍弯曲,年龄大的体侧靠后有较细的黑色侧线,但宽度比成雄要窄,喉及胸部有一明显的黑色斑块,四肢前面有黑纹,其黑色部分随着年龄的增长不断变深。

亚成体:体长约为成体的2/3,角小,还不能区别雌雄,体侧基本看不到黑色侧线。

幼体:体小,且有白灰色的毛,几乎看不到角和侧线,或者头顶有角的突起部分。

1.2.2 行为的观察和行为谱的定义

根据矮岩羊白昼主要活动于近断坡和裸岩的灌丛、草坡,并在就近的灌丛和悬崖休息这一特点,选择了桑达沟、尼曲河、不堆、不星松4处视野开阔,矮岩羊经常出没的灌丛、草坡作为白昼观察区,用Kowa单筒望远镜(20—60倍)作定点观察,全天观察时间为冬季07:00—18:00、春、夏季06:30—18:30。每天矮岩羊行为时间记录以观察到矮岩羊个体起至矮岩羊在视野中消失止,共235 d观察到矮岩羊的昼间行为,累计矮岩羊行为观察时间309.8 h。采用瞬时扫描取样法^[17]记录观察区内矮岩羊群体的数量、行为,群体行为取样方法为所观察群体中大部分个体采取的行为方式,用目标取样法^[18]在观察区内,选取不同年龄段矮岩羊个体作为取样样本,目标动物的选择采取就近原则,即记录距离观察位置最近的各个年龄段矮岩羊个体的瞬时个体行为。为保证样本间的相对独立性,避免重复取样,每次扫描取样从羊群的左侧开始,依次记录整个群体大部分个体表现的行为类型和所选取个体在取样时刻表现的行为类型。取样记录时间为5 min,取样间隔时间为10 min。行为谱的定义参照龙帅^[14]对矮岩羊各种行为的定义,分为5类:

- (1)取食 指低头或抬头啃食草本或灌木行为,头部的高度低于肩部;
- (2)移动 包括走动、小跑、奔跑以及个体间的追逐,头部的高度高于肩部;
- (3)站立 指矮岩羊站立不动向周围观望,头向上抬起,高度不低于肩部,站立抬头观望超过5 s;
- (4)卧息 身体躺卧,包括躺卧时的反刍;
- (5)其它行为 包括求适、争斗、排遗、个体间追逐和哺乳行为。

1.2.3 个体记录及观察距离

在调查期间,共准确记录到矮岩羊,春季73群451只、夏季60群595只、冬季66群,416只,观察距离为300—1000 m,用60倍单筒望远镜对矮岩羊的行为进行观察。

1.3 数据分析

行为节律取样数据以1 h为1个时间单元汇总行为活动数据,计算昼间每小时内发生某种行为类型的样本数与扫描取样中所观察到的总体样本数的比值,表示此种行为类型在这一取样样本中所占的时间比例;计算活动时间分配时,将每次扫描取样视为一个独立样本,以发生某种行为类型的样本数占扫描取样中所观察到的总样本数的比值表示此种行为类型所占的时间比例。

统计分析采用非参数统计法:不同季节和不同年龄阶段用 K 个独立样本的 Kruskal-Wallis H 检验,成体和亚成体、成体和幼体、亚成体和幼体之间的比较用 2 个独立样本的 Mann-Whitney U 检验。

2 研究结果

2.1 矮岩羊群体昼间时间分配和活动节律

将取食、移动、站立和其他行为视为活动行为,卧息视为不活动行为。将数据合并处理,矮岩羊群体整个昼间都比较活跃,观察期间有 72.24% 以上的时间保持活动状态,活动行为频率曲线呈“U”字型(图 1),晨昏时分是矮岩羊的活动高峰期,08:00—11:00 和 16:00—20:00 活动行为所占的频率都在 80% 以上。活动高峰出现的时间与矮岩羊昼间活跃取食时间基本一致。

统计分析矮岩羊五种行为(取食、移动、卧息、站立和其它行为)的频次分布,结果表明(图 2):昼间矮岩羊主要行为频率是取食和卧息,分别占总观察频次的 53.83% 和 27.78%,频次较少的是站立和移动,分别占总观察频次的 9.93% 和 8.24%,其它行为在 5 种行为中所占频次最少,只有 0.24%。矮岩羊昼间日活动节律,取食频率呈明显的双峰型,取食高峰出现在 9:00—11:00 和 17:00—19:00;卧息行为主要出现在 11:00—16:00;移动频率随着取食行为有 2 个高峰期;站立行为在 11:00—12:00、13:00—15:00、14:00—15:00 和 18:00—19:00 出现 4 个高峰(图 3);其它行为在 17:00—19:00 有 1 个高峰期。

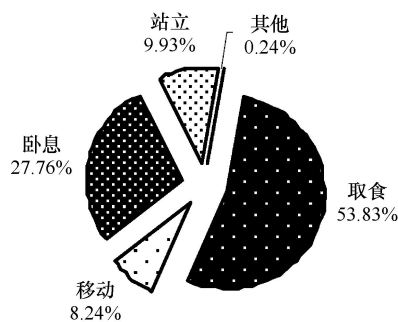


图 2 矮岩羊群体昼间时间分配
Fig. 2 Time budget of dwarf blue sheep

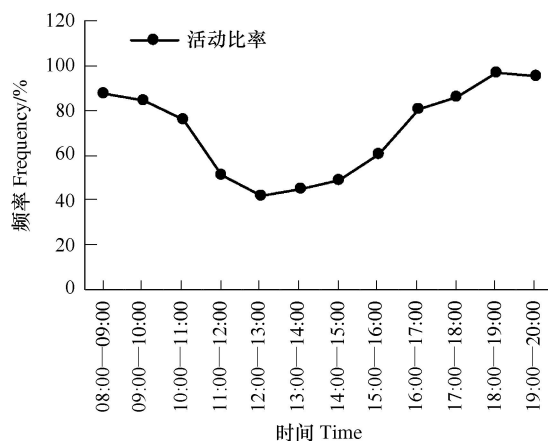


图 1 矮岩羊群体昼间活动频率分布

Fig. 1 Frequency distribution of dwarf blue sheep in diurnal

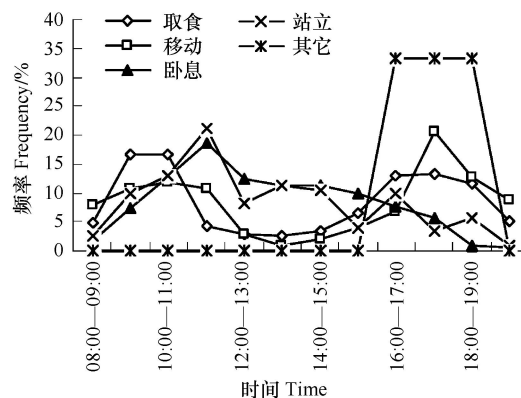


图 3 矮岩羊群体昼间活动节律
Fig. 3 Diurnal activity rhythm of dwarf blue sheep

2.2 矮岩羊昼间活动节律的季节变化

在不同季节,矮岩羊昼间行为具有一定的节律性(图 4—图 6),①取食:在春夏冬 3 季比较相似,在 9:00—11:00 出现 1 个取食高峰,11:00—17:00 时之间是 1 个较长的低潮,17:00—19:00 出现第 2 个取食高峰;②卧息:在冬、春季比较相似,11:00—12:00 时有 1 个高峰期,随后进入平缓期,冬季在 14:00—15:00 和 16:00—17:00 时有 2 个小高峰,夏季 10:00—11:00 时卧息频率开始升高,14:00—15:00 时达到卧息高峰,随后卧息频率下降,进入卧息低谷;③移动:移动行为和取食行为活动节律很相似,在 10:00—11:00 时出现明显的高峰,只是比取食高峰延后了 1 h 左右,冬、春季在 17:00—18:00 时出现另 1 个高峰,随后是移动低谷,夏季则是 17:00 之后移动频率急剧增加,19:00—20:00 时达到移动高峰;④站立:9:00—12:00 和 16:00—18:00 冬、春季有 2 个明显的高峰期,夏季站立的 2 个高峰在中午推迟约 1 h,在下午提前 1 h;⑤其它行为:冬季 10:00—

11:00 和 17:00—18:00 有明显的 2 个其它行为高峰,春季其它行为不明显,夏季呈“U”型,晨昏时分其它行为频率较大。

Kruskal-Wallis H 检验表明季节因素对矮岩羊取食 ($Z = 6.047$, $n = 2$, $P = 0.049$)、卧息 ($Z = 9.083$, $n = 2$, $P = 0.011$) 和其它行为 ($Z = 6.364$, $n = 2$, $P = 0.042$) 所占时间影响显著,而对移动 ($Z = 1.712$, $n = 2$, $P = 0.425$) 和站立 ($Z = 5.771$, $n = 2$, $P = 0.056$) 行为影响不显著。

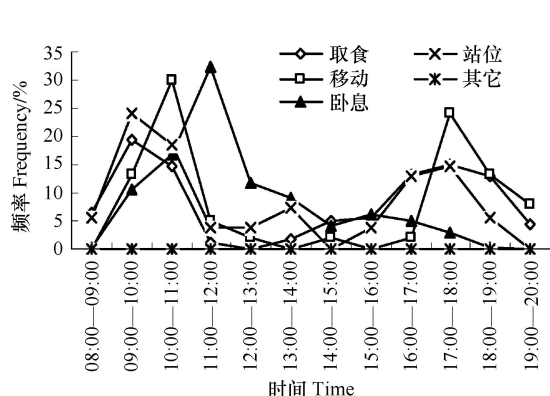


图4 春季矮岩羊不同行为的昼活动节律

Fig. 4 Difference behaviors diurnal activity rhythm of dwarf blue sheep in spring

样本频次:①取食 295;②移动 50;③卧息 88;④站立 19;⑤其他 0;(每 15min 记录为一个行为样本)

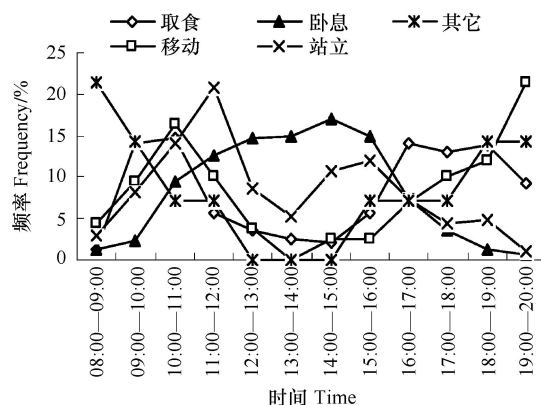


图5 夏季矮岩羊不同行为的昼活动节律

Fig. 5 Difference behaviors diurnal activity rhythm of dwarf blue sheep in summer

样本频次:①取食 259;②移动 47;③卧息 213;④站立 55;⑤其他 1;(每 15min 记录为一个行为样本)

2.3 年龄和性别差异对各种行为频率的影响

2.3.1 不同年龄阶段各种行为差异

对不同年龄阶段矮岩羊昼间的行为时间分配进行比较分析,可以看出幼体用于取食的时间最多,亚成体次之,成体略少;成体和幼体比亚成体移动多,站立少,但相差不大;卧息和其它行为成体最多,其它行为幼体比成体少,而比亚成体多(图7)。

利用 Kruskal-Wallis H 检验对不同年龄阶段矮岩羊昼间各种行为时间分配的差异进行分析,不同年龄阶段矮岩羊的其它行为 ($P < 0.05$) 差异显著;取食 ($P > 0.05$)、移动 ($P > 0.05$)、卧息 ($P > 0.05$) 和站立 ($P > 0.05$) 差异不显著(表1)。Mann-Whitney U 检验表明:成体和亚成体的移动 ($P < 0.05$)、卧息 ($P < 0.05$)、站立 ($P < 0.05$) 差异显著,其它行为 ($P < 0.01$) 差异极显著;成体和幼体在其它行为 ($P < 0.05$) 差异显著,站立 ($P < 0.01$) 极显著;亚成体和幼体的 5 种行为差异都不显著(表1)。

2.3.2 性别差异对各种行为频率的影响

对成年雌雄矮岩羊昼间的行为时间分配进行分析,发现雌性的取食、移动和卧息略时间高于雄性,而站立和其他行为时间低于雄性;利用 Mann-Whitney U 检验对不同性别矮岩羊昼间的各种行为差异进行分析,表明性别因素对矮岩羊各种行为的影响不显著 ($P > 0.05$) (表2)。

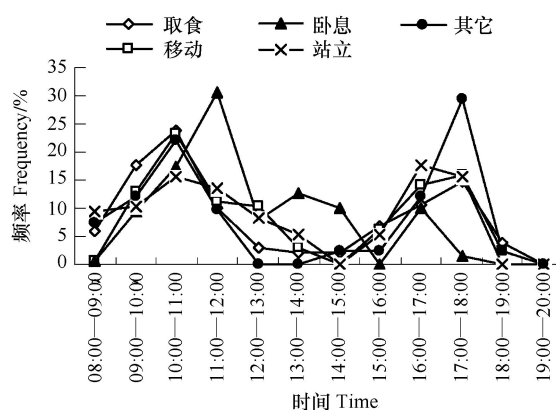


图6 冬季矮岩羊不同行为的昼活动节律

Fig. 6 Difference behaviors diurnal activity rhythm of dwarf blue sheep in winter

样本频次:①取食 136;②移动 24;③卧息 50;④站立 48;⑤其他 5;(每 15min 记录为一个行为样本)

3 讨论

3.1 昼间行为时间分配

动物的行为时间分配可以反映食物的可得性、自然环境及行为学特征^[19-20]。矮岩羊昼间具有明显的晨昏性活动规律,与 Shi J D^[21]认为的反刍动物通常呈现出一个取食-休息-取食的规律,但每天 24h 内并不平均分配的规律相一致。矮岩羊昼间比较活跃,大部分时间用于取食和卧息,其中取食时间占 53.84%,高于龙帅^[14]于 2007 年夏季对同一地区矮岩羊的调查,与蒙古野驴^[22](51.43%)相似,但与其他食草动物的取食时间冬季黄羊^[23](80.97%)、四川梅花鹿^[24](74.27%)、鹅喉羚^[25](68%)、梅花鹿^[26](67.47%)、北山羊^[27](61%)、贺兰山岩羊^[28](63.49 ± 7.82)%、藏羚^[29](59.1%)相比,矮岩羊用于取食的时间并不多。与龙帅^[14]的结果相比,本研究矮岩羊取食时间较多,是由于龙帅^[14]的研究在夏季,夏季食物相对丰富,在竹巴笼保护区矮岩羊

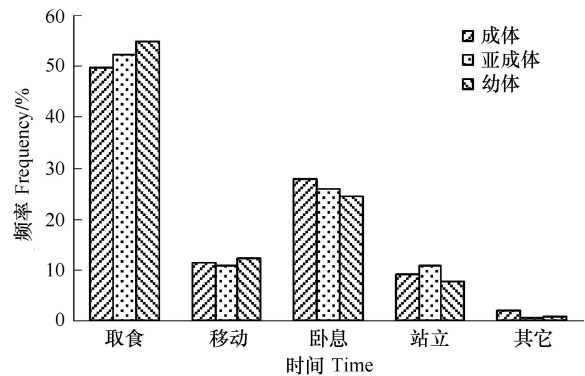


图 7 不同年龄阶段矮岩羊昼间时间分配

Fig. 7 Diurnal activity budgets of different age of dwarf blue sheep

样本频次:成体①取食 1037;②移动 236;③卧息 578;④站立 189;⑤其他 44;亚成体①取食 136;②移动 24;③卧息 50;④站立 48;⑤其他 5;幼体①取食 561;②移动 124;③卧息 249;④站立 77;⑤其他 9;(每 15min 记录为一个行为样本,其中成体包括成年雄性和成年雌性)

表 1 矮岩羊不同年龄阶段各种行为比较

Table 1 Comparison of various behavior types in different age classes of dwarf blue sheep

行为 Behavior	不同年龄阶段 Different age classes		成体和亚成体 Adult-Subadult		成体和幼体 Adult-Kid		亚成体和幼体 Subadult-Kid	
	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P
取食 Feeding	1.571	0.666	-1.937	0.053	-1.531	0.126	-0.982	0.326
移动 Moving	1.489	0.685	-1.967	0.049	-1.561	0.128	-0.898	0.378
卧息 Bedding	1.671	0.643	-2.055	0.040	-1.936	0.053	-0.487	0.671
站立 Standing	1.306	0.728	-2.058	0.040	-2.632	0.009	-0.696	0.514
其它行为 Others	8.422	0.038	-2.089	0.005	-2.257	0.024	-1.430	0.219
Kruskal-Wallis H 检验					Mann-Whitney U 检验			

表 2 不同性别矮岩羊昼间各种行为比较

Table 2 Comparison of various behavior types in different sex of dwarf blue sheep

性别 Sex	行为类型 Type of Behavior				
	取食 Feeding	移动 Moving	卧息 Bedding	站立 Standing	其它行为 Others
雄性 Male	39.50 ± 29.29	8.50 ± 7.11	21.83 ± 18.72	8.83 ± 6.22	2.42 ± 2.35
雌性 Female	46.92 ± 30.96	11.17 ± 8.64	26.33 ± 17.40	6.92 ± 3.55	1.25 ± 1.60
Z	-0.809	-0.840	-0.842	-0.464	-1.287
P	0.419	0.410	0.410	0.643	0.198

样本频次:雄性①取食 474;②移动 102;③卧息 262;④站立 106;⑤其他 29;雌性①取食 563;②移动 134;③卧息 316;④站立 83;⑤其他 15;(每 15min 记录为一个行为样本)

种群又没有达到饱和,不存在食物竞争,且夏季食物质量较好,矮岩羊减少了取食时间,增加了其它行为的时间。而冬、春季保护区的食物资源相对匮乏,特别是矮岩羊取食的大部分食物的数量和质量都降低到最低点,寻找食物又增加了能量的消耗,迫使矮岩羊昼间用更多的时间去取食才能满足机体的需要。这在刘振生对不同年龄和性别贺兰山岩羊的研究中已得到证实^[28]。矮岩羊昼间卧息时间(27.98%)主要在午间比较集中,略低于岩羊^[30](38.65 ± 9.84)%,与梅花鹿^[26](雌性 23.88%、雄性 18.33%)相似,但与梅花鹿卧息主要集中在两个时间段,其他时间基本上没有卧息行为不同,矮岩羊取食过程中有零星的卧息行为,是因为经过一定时

间的取食,矮岩羊需要进行反刍活动,对食物进行消化,以补充集体对能量的需求。矮岩羊站立和移动的时间也较多,矮岩羊有站立反刍的习性,站立既可以增加反刍时间又可以提高警戒,移动主要是为了更换取食地点寻找食物,矮岩羊昼间主要采取取食-休息反刍-取食的策略,来平衡能量消耗与补给的关系。

由于体重的差别,同一物种的雄性、雌性、亚成体和幼体的行为时间分配也可能存在一定的差异^[28]。矮岩羊幼体取食、移动比亚成体和成体时间多,其它行为比亚成体多,而比成体少,其原因是幼体不需要担任警戒花费时间,主要用于取食,成体在繁殖季节和产仔季节要花费很多时间去进行繁殖和护幼活动,野外观察发现亚成体有时也参与繁殖行为,大部分是试探性动作,可能是一种学习行为,这种行为也需要花费很多的时间。而龙帅在夏季的研究成体的取食时间明显多于幼体,是由于夏季是矮岩羊的产仔期,幼仔出生后还主要是依靠母体的哺乳,以及幼体消化功能还不够完善,取食时间较少,其它行为较多^[14]。

两性在时间分配上的差异与它们不同的身体大小、营养需求^[31]以及不同的繁殖投资有关。分析性别差异对矮岩羊时间分配的影响表明,与水鹿^[32]、小苇羚^[33]和狍^[34]雌性花费在警戒的时间多于雄性不同,与梅花鹿^[26]雌性卧息高于雄性相似,矮岩羊雌性在取食、移动和卧息比雄性所用时间多,而站立和其它行为比雄性少,雄性矮岩羊的等级序位较高、用于警戒的时间多于雌性,特别是在产仔和护幼期雄性矮岩羊站立较多,雄性采取了花费较多时间站立保持警戒的策略,站立的姿势有更大的视野,显然更为有利于警戒,以确保幼体和自身的安全。矮岩羊是集群的动物,动物个体能够从集群中其他成员的警戒行为中获益^[35],成年雌性的取食和卧息最高,这可能与矮岩羊在育幼过程中消耗了过多的能量,及时恢复体力有关,需要通过增加取食时间,摄入更多食物,增加休息时间提高消化律来弥补,这在连新明^[29]对藏羚,龙帅^[14]对矮岩羊夏季时间分配的研究中也得到证实。

3.2 昼间行为节律

在进化稳定对策(Evolution stability strategy, ESS)作用下,许多有蹄类的日行为格局均比较固定^[36],存在一个晨昏活动格局,如马麝^[37]、白尾鹿^[38-40]、黑尾鹿^[41]、獐^[42]等的日活动高峰同当地的季节性日出和日落时间极大的吻合^[43]。矮岩羊其他温带蹄类动物一样,昼间具有相似的晨昏性活动规律(图1,图2),在昼间有2个取食高峰和1个卧息高峰,矮岩羊每天大部分的时间都用于取食和卧息,其他3种行为仅占行为时间分配的一小部分,昼间节律呈现出取食-休息-取食的规律。虽然卧息后有些矮岩羊又站起零星取食,这种现象在盘羊^[44]和白唇鹿^[45]中都有出现,被称为补充性取食,矮岩羊补充性取食时间较短,随后进入第2次卧息高峰。这与龙帅^[14]在夏季发现矮岩羊有3个取食高峰相一致的。这种节律既是野生动物本身进化适应的一部分^[46],又是对当地环境因素变化的一种适应^[47-48,21],它是动物最优取食时间、社群活动和环境压力之间综合作用的结果^[49]。

分析季节因素对矮岩羊昼间节律的影响表明,冬、春和夏季在早上和傍晚都有2个取食高峰,即使是冬季保护区午间日照仍很强烈,矮岩羊午间停止取食,这与龙帅^[14]在夏季的研究结果一致。矮岩羊选择晨昏活动可能昼间光照强度和干扰有关,因为在午间光照强度很大,也可能与人为和动物干扰有关,因为在晨昏这个时间段,天色微明,也很少有人会在山上,食肉动物等天敌不易发现它们,矮岩羊就有很大的活动空间,这也是矮岩羊对昼间日照时间的一种适应^[14];另外一个原因,矮岩羊属于反刍动物,经过几个小时的取食午间要进行反刍活动消化食物,这与矮岩羊晨昏性活动也是相一致的;矮岩羊夏季的卧息时间比春、冬季更集中在午间,可能是夏季午间温度较高,午间卧息更有利于避开午间较强的日光,躲避高温。冬、春季矮岩羊午间卧息频率偏低,可能冬春季气温较低,能量消耗又较多,矮岩羊在11:00—12:00有1个卧息高峰之后,继续取食,补充能量,冬春季保护区食物相对匮乏,矮岩羊需要在较大范围内去寻找食物,活动范围较大,很多时候离开观察区域,导致观察频率相对较小;还有一个原因可能是由于矮岩羊生活在草甸灌丛中,春冬季一般在海拔较高的灌丛边卧息,导致灌丛的遮蔽使观察频率小于实际频率所致;虽然夏季植被较好,更有利于隐蔽,食物相对也较为丰富,矮岩羊一般在较小的范围取食,在取食地不远处的灌丛和岩石阴影处就近卧息,观察到活动频率较高。矮岩羊站立和移动行为季节变化不太明显,伴随取食高峰有两个高峰期,部分矮岩羊采取站立的方式休

息反刍,这也有利于矮岩羊热量的散失,保持体温恒定,夏季高温也导致了矮岩羊站立行为高峰比春冬季早上提前,傍晚推迟出现,也是矮岩羊躲避夏季午间高温的一种行为方式。矮岩羊的求适、争斗、排遗、个体间追逐和哺乳等行为持续时间很短,在 5 min 的扫描中取样中很难记录到,导致观察频率比实际要小,但其它行为在冬、夏季明显增多,与矮岩羊的繁殖活动有关,冬季矮岩羊的交配活动中的角斗、嗅阴和爬跨行为次数的增加和夏季雌性的护幼行为增多,使其它行为频率增大。

总之,动物可以根据周围环境条件的变化以及自身的生理状况来调整行为,从而形成特定条件下的时间分配以及活动节律模式^[50]。矮岩羊不同季节采取不同的节律性形成适应环境变化的策略,这种节律性是矮岩羊长期进化适应和对周围环境适应的综合作用的结果。

References:

- [1] Post W, Baulu J. Time budgets of macaca mulama. *Primates*, 1978, 19(1):125-140.
- [2] Wang G L, Yin H B, Yu G J, Wu M M. Time budget of adult Tibetan macaque in a day in spring. *Chinese Journal of Wildlife*, 2008, 29(1): 6-10.
- [3] Wang Y. Ecological information on the dwarf blue sheep population. *Journal of Sichuan Teachers College: Natural Science*, 2002, 9(4):368-370.
- [4] Wang Y, Wang X M. Population ecology of dwarf blue sheep (*Pseudois schaeferi*). *Chinese Biodiversity*, 2003, 11(1):59-62.
- [5] Wang Y, Hu J C. *Pseudois schaeferi*. *Bulletin of Biology*, 2004, 39(11):24-25.
- [6] Zhou C Q, Zhou K Y, Hu J C. The validity of the dwarf bharal (*Pseudois schaeferi*) species status inferred from mitochondrial Cyt b gene. *Acta Zoologica Sinica*, 2003, 49(5):578-584.
- [7] Cao L R, Wang X M, Fang S G. A molecular phylogeny of bharal and dwarf blue sheep based on mitochondrial cytochrome b gene sequences. *Acta Zoologica Sinica*, 2003, 49(2):198-204.
- [8] Shen D J, Wang Y, Ze R J M, Zeng G W, Huang Y C, Li K J, Tang L. Primary study on behavior of dwarf blue sheep (*Pseudois Schaeferi*). *Sichuan Journal of Zoology*, 2007, 26(4):774-777.
- [9] Wang Y, Zheng H X, Zhao J H, Xu H F, Zhang H F, Ze R J M, Zeng G W, Huang Y C, Wu J D. Grouping behavior of dwarf blue sheep in Batang County China. *Journal of Henan University: Natural Science*, 2006, 36(2): 73-75.
- [10] Shen D J, Wang Y, Ge L, Zeng G W, Huang Y C, Li K J, Tang L. Group patterns of dwarf blue sheep (*Pseudois schaeferi*) in Zhubalong Nature Reserve. *Acta Thetiological Sinica*, 2009, 29(5): 239-245.
- [11] Long S, Zhou C Q, Wang W K, Hu J C, Huang Y C, Tang L. Behavior coding and ethogram of the dwarf blue sheep. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(11):5632-5640.
- [12] Liu Y D, Zhou C Q, Huang S C, Hu J C. Comparison of morphological characters of skull between the blue sheep and the dwarf blue sheep. *Acta Theriologica Sinica*, 2007, 27(4):376-379.
- [13] Shen D J, Zheng H X, Wang Y, Ge L, Zeng G W, Huang Y C, Li K J, Tang L. Winter habitats of dwarf blue sheep (*Pseudois schaeferi*) and goral (*Naemorhedus goral*) in Batang County, Sichuan, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(5):2320-2330.
- [14] Long S, Zhou C Q, Wang W K, Pan L, Hu J C. Diurnal behavioral rhythm, Time budgets and Group behavior of Dwarf blue sheep in summer. *Zoological Research*, 2009, 30(6):687-693.
- [15] Lu Q B, Wang X M. Group structure and diurnal behavior of Tibetan gazelle during the birth period. *Acta Theriologica Sinica*, 2004, 24(3):193-199.
- [16] Wang X M, Li M, Tang S X, Liu Z X. A preliminary study of some characters of blue sheep population ecology in spring. *Acta Thetiological sinica*, 1998, 18(1): 27-33.
- [17] Altmann J. Observational study of behavior: Sampling methods. *Behavior*, 1974, 49(3):227-267.
- [18] Martin P. Measuring Behavior, Cambridge: Cambridge University Press, 1986: 48-52.
- [19] Post W, Baulu J. Time budgets of Macaca mulatta. *Primates*, 1978, 19(1):125-140.
- [20] March C W. Time budgets of tana riner red colobus. *Folia Primatol*, 1981, 35:30-50.
- [21] Shi J B, Dunber R M, Buckland D, Miller D. Daytime activity budgets of feral goats (*Capra hircus*) on the Isle of Rum: Influence of season, age, and sex. *Canadian Journal of Zoology*, 2003, 81: 803- 815.
- [22] Bi J H, Hu D F, Ding Y, Si X Y, Jiang Z G. Time Budget and Behavior Pattern of Asiatic Wild Ass. *Chinese Journal of Zoology*, 2007, 42(4): 51-56.
- [23] Guan D M, Gao Z X. Seasonal time budgets of daiy activity in Mingolian Gazelle. *Chinese Wildlife*, 1999, 20(2): 32-33.

- [24] Liu H, Shi H Y, Hu J C. Daily activity rhythm and time budget of Sichuan Sika deer (*Cervus nippon sichuanicus*) in spring. *Acta Theriologica Sinica*, 2004, 24(4): 282-285.
- [25] Xia C J, Qiao J F, Yang W K, Xu W X, Liu W, Li Y. Diurnal behaviors time budgets and activity rhythms of *Gazella subgutturosa* in winter. *Chinese Journal of Ecology*, 2009, 28(2): 283-287.
- [26] Liu Z S, Wu J P, Teng L W. Diurnal activity rhythm of Semi-free sika deer during early summer. *Journal of Northeast Forestry University*, 1999, 27(6): 53-56.
- [27] Xu F, Ma M, Wu Y Q. Winter daily activity rhythm and time budget of Ibex (*Capra ibex*) in Tomur Protected Area, Xinjiang. *Chinese Journal of Zoology*, 2006, 41(6): 139-141.
- [28] Liu Z S, Wang X M, Li Z G, Cui D Y, Li X Q. Seasonal variation of diurnal activity budgets by Blue sheep (*Pseudois Nayaur*) with different age-sex classes in Helan Mountain. *Zoological Research*, 2005, 26(4): 350-357.
- [29] Lian X M, Zhang T Z, Cao Y F, Cai Z Y, Su J P. Diurnal behavioral time budgets and activity rhythm of the female Tibetan antelope (*Pantholops hodgsoni*) in summer. *Acta Theriologica Sinica*, 2007, 27(1): 53-57.
- [30] Liu Z S, Wang X M, Cao L R. Diurnal behavior and activity rhythm of captive blue sheep in winter. *Journal of Northaest Forestry University*, 2005, 33(1): 41-51.
- [31] Clutton-Brock T H, Guinness F E, Albon S. Red Deer; Behavior and Ecology of Two Sexes. Chicago: University of Chicago Press, 1982.
- [32] Wang X M, Ying X Q, Xia S Z, Jin H Y. The time budget of Captive Sambar (*Cervus unicolor*) in Seminatural Area. *Chinese Journal of Zoology*, 2000, 35(2): 50-53.
- [33] Jungius H. The Biology and Behavior of the Reedbuck in the Kruger National Park. Hamburg: Verlag Paul Parey, 1971: 106.
- [34] Turner D C. An analysis of time-budgeting by roe deer in an agricultural area. *Behavior*, 1979, 71: 246-290.
- [35] Beauchamp G. Group-size effects on vigilance: a search form mechanisms. *Behavioural Processes*, 2003, 63: 111-121.
- [36] Bowyer R T. Activity, movement, and distribution of Roosevelt elk during rut. *Journal of Mammalogy*, 1981, 62: 574-582.
- [37] Meng X X, Yang Q S, Feng Z J, Xia L, Wang P M, Jiang Y W, Bai Z Q, Li G L. Preliminary studies on active patterns during summer, autumn and winter seasons in captive alpine musk deer. *Acta Theriologica Sinica*, 2002, 22(2): 87-97.
- [38] Cohen W E, Reiner R J, Bryant F C, Drawe D L, Bradley L C. Daytime activity of white-tailed deer in response to shortduration and continuous grazing. *Southeastern Naturalist*, 1989, 34: 428-431.
- [39] Holznbin S, Schwede D. Activity and movements of female white-tailed deer during the rut. *Journal of Wildlife Management*, 1989, 53: 219-223.
- [40] Ozoga J J, Verme L J. Activity patterns of white tailed deer during estrus. *Journal of Wildlife Management*, 1975, 39: 679-683.
- [41] Relyea R A, Demaris S. Activity of desert mule deer during the breeding season. *Journal of Mammalogy*, 1994, 75(1): 18-23.
- [42] Zhang E. Daytime activity budgets of the Chinese water deer. *Mammalia*, 2000, 2: 163-172.
- [43] Malik I. Time budgets and activity patterns in free ranging rhesus monkey // Else J G, Lee P C eds. *Primate Ecology and Conservation*. London: Cambridge University Press, 1986: 105-114.
- [44] Guo F Z, Gao X B, Hou Y B. Foods, diurnal rhythms and social behaviour of argali during summer season at Yanchiwan, Gansu Province. *Acta Zoologica Sinica*, 1993, 39(4): 392-398.
- [45] He L J, Ding Y Z, Wang X M, Xia S Z. Time budget and behaviour pattern of *Cervus Albirostris* in captivity. *Chinese Journal of Ecology*, 2001, 20(2): 27-29.
- [46] Aschoff J. Tierische periodik unter dem einfluss von zeitgebern. *Zeitschrift fur Tierpsychologie*. 1958, 15: 1-30.
- [47] Cloudsley-Thompson J L. Rhythmic Activity in Animal Physiology and Behaviour. New York: Academic Press. 1961.
- [48] Risenhoover K L. Winter activity patterns of moose in interior Alaska. *Journal of Wildlife Management*. 1986, 50: 727-734.
- [49] Aschoff J. Comparative physiology: Diurnal rhythms. *Annual Review of Physical Chemistry*. 1963, 25: 581-600.
- [50] Flannigan G, Stookey J M. Day-time time budgets of pregnantmares housed in tie stalls; A comparison of draftversus lightmares. *Applied Animal Behaviour Science*, 2002, 78: 125-143.

参考文献:

- [2] 王贵林, 尹华宝, 余冠军, 武梅梅. 成年黄山短尾猴春季昼间行为时间分配. *野生动物杂志*, 2008, 29(1): 6-10.
- [3] 王涓. 矮岩羊种群的生态学资料. *四川师范学院学报(自然科学版)*, 2002, 9(4): 368-370.
- [4] 王涓, 王小明. 矮岩羊种群生态的初步研究. *生物多样性*, 2003, 11(1): 59-62.
- [5] 王涓, 胡锦矗. 矮岩羊. *生物学通报*, 2004, 39(11): 24-25.
- [6] 周材权, 周开亚, 胡锦矗. 从线粒体细胞色素 b 基因探讨矮岩羊物种地位的有效性. *动物学报*, 2003, 49(5): 578-584.
- [7] 曹丽荣, 王小明, 方盛国. 从细胞色素 b 基因全序列差异分析岩羊和矮岩羊的系统进化关系. *动物学报*, 2003, 49(2): 198-204.

- [8] 申定健,王涓,泽仁居勉,曾国伟,黄艺川,李开俊,唐伦. 矮岩羊行为生态的初步研究. 四川动物,2007,26(4):774-777.
- [9] 王涓,郑合勋,赵建华,徐宏发,张汉峰,泽仁居勉,曾国伟,黄艺川,伍家德. 矮岩羊集群行为的初步研究. 河南大学学报(自然科学版),2006,(2):73-75.
- [10] 申定健,王涓,格来,曾国伟,黄艺川,李开俊,唐伦. 四川省竹巴笼自然保护区矮岩羊的集群特征. 兽类学报,2009,29(5):239-245.
- [11] 龙帅,周材权,王维奎,胡锦矗,黄艺川,唐伦. 矮岩羊(*Pseudois schaeferi*)行为谱及 PAE 编码系统. 生态学报,2008,28(11):5632-5640.
- [12] 刘延德,周材权,黄思成,胡锦矗. 岩羊和矮岩羊头骨形态特征比较. 兽类学报,2007,27(4):376-379.
- [13] 申定健,郑合勋,王涓,格来,曾国伟,黄艺川,李开俊,唐伦. 四川省巴塘县矮岩羊与斑羚冬季生境比较. 生态学报,2009,29(5):2320-2330.
- [14] 龙帅,周材权,王维奎,潘立,胡锦矗. 矮岩羊夏季活动节律、时间分配和集群行为. 动物学研究,2009,30(6):687-693.
- [15] 鲁庆彬,王小明. 藏原羚产仔期社群结构与昼间行为规律. 兽类学报,2004,24(3):193-199.
- [16] 王小明,李明,唐绍祥,刘志霄. 春季岩羊种群生态学特征的初步研究. 兽类学报,1998,18(1):27-33.
- [22] 毕俊怀,胡德夫,丁英,司晓燕,蒋志刚. 蒙古野驴昼间行为的时间分配. 动物学杂志,2007,42(4):51-56.
- [23] 关东明,高中信. 黄羊日活动时间分配的季节变化. 野生动物,1999,20(2):32-33.
- [24] 刘昊,石红艳,胡锦矗. 四川梅花鹿春季昼夜活动节律与时间分配. 兽类学报,2004,24(4):282-285.
- [25] 夏参军,乔建芳,杨维康,徐文轩,刘伟,李莹. 冬季鹅喉羚昼间行为时间分配及活动节律. 生态学杂志,2009,28(2):283-287.
- [26] 刘振生,吴建平,藤丽薇. 半散养条件下梅花鹿初夏昼间活动节律. 东北林业大学学报,1999,27(6):53-56.
- [27] 徐峰,马鸣,吴逸群. 新疆托木尔峰自然保护区冬季北山羊昼间活动节律与时间分配. 动物学杂志,2006,41(6):139-141.
- [28] 刘振生,王小明,李志刚,崔多英,李新庆. 贺兰山岩羊不同年龄和性别昼间时间分配的季节差异. 动物学研究,2005,26(4):350-357.
- [29] 连新明,张同作,曹伊凡,蔡振媛,苏建平. 夏季雌性藏羚昼间行为时间分配及活动节律. 兽类学报,2007,27(1):53-57.
- [30] 刘振生,王小明,曹丽荣. 圈养条件下岩羊冬季昼间的行为及活动规律. 东北林业大学学报,2005,33(1):41-51.
- [32] 王小明,应韶荃,夏述忠,金慧宇. 半圈养条件下冬季水鹿行为时间分配的研究. 动物学杂志,2000,35(2):50-53.
- [37] 孟秀祥,杨奇森,冯祚建,夏霖,王培民,蒋应文,白正清,李国林. 圈养马麝夏秋冬活动格局的比较. 兽类学报,2002,22(2):87-97.
- [44] 郭方正,高学斌,侯玉宝. 甘肃盐池湾盘羊夏季食性日活动时间节律及社群行为的研究. 动物学报,1993,39(4):392-398.
- [45] 何利军,丁由中,王小明,夏述忠. 半圈养条件下白唇鹿行为时间分配及活动规律的研究. 生态学杂志,2001,20(2):27-29.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 4 February, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Short-term effects of temperature enhancement on community structure and biomass of alpine meadow in the Qinghai-Tibet Plateau	LI Na, WANG Genxu, YANG Yan, et al (895)
Effects of submergence on seed germination of nine annual plant species in the Three Gorges Reservoir region and their implication to vegetation restoration	TAO Min, BAO Dachuan, JIANG Mingxi (906)
Temporal-spatial niches of Chinese White Wax Scale insect (<i>Ericerus pela</i>) and its three dominant parasitoid wasps	WANG Zili, CHEN Yong, CHEN Xiaoming, et al (914)
Species diversity of carabid beetles in desert-steppe in Yanchi of Ningxia, China	HE Qi, WANG Xinpu, YANG Guijun (923)
Identification of trophic relationships between marine algae and the copepod <i>Calanus sinicus</i> in a fatty acid approach	LIU Mengtan, LI Chaolun, SUN Song (933)
Community structure of macrozoobenthos in Caizi Lake, China	XU Xiaoyu, ZHOU Lizhi, ZHU Wenzhong, et al (943)
The community distribution pattern of intertidal macrozoobenthos and the responses to human activities in Yueqing Bay	PENG Xin, XIE Qilang, CHEN Shaobo, et al (954)
The effects of jellyfish (<i>Rhopilema esculentum</i> Kishinouye) farming on the sediment nutrients and macrobenthic community	FENG Jianxiang, DONG Shuanglin, GAO Qinfeng, et al (964)
Diurnal activity rhythm and time budgets of the Dwarf Blue Sheep (<i>Pseudois schaeferi</i>) in Zhubalong Nature Reserve	LIU Guoku, ZHOU Caiquan, YANG Zhisong, et al (972)
Comparison of leaf, height and seed functional traits of species in dry-hot valleys	ZHENG Zhixing, SUN Zhenhua, ZHANG Zhiming, et al (982)
Dynamics of soil seed banks in the reversion process of desertification in the middle reaches of the Shiyang River	MA Quanlin, ZHANG Dekui, LIU Youjun, et al (989)
Modelling the spatial distribution of forest carbon stocks with artificial neural network based on TM images and forest inventory data	WANG Shaohua, ZHANG Maozhen, ZHAO Pingan, et al (998)
The GIS-based visual landscape evaluation in mountain area: a case study of Mount Nan-kun National Forest Park, Guangdong Province	QIU Yishu, GAO Jun, ZHAN Qilin (1009)
A functional classification method for examining landscape pattern of urban wetland park: a case study on Xixi Wetland Park, China	LI Yufeng, LIU Hongyu, ZHENG Nan, et al (1021)
Effects of AM fungi on the growth and drought resistance of <i>Seriphidium minchinense</i> under water stress	HE Xueli, GAO Lu, ZHAO Lili (1029)
Modeled impact of irrigation on regional climate in India	MAO Huiqin, YAN Xiaodong, XIONG Zhe, et al (1038)
The responses of photosynthetic energy use in wheat flag leaves to nitrogen application rates and light density under elevated atmospheric CO ₂ concentration	ZHANG Xucheng, YU Xianfeng, MA Yifan, et al (1046)
Enhanced drought and photooxidation tolerance of transgenic tobacco plants overexpressing pea catalase in chloroplasts	WANG Fengde, YI Yanjun, WANG Haiqing, et al (1058)
Evaluation of wheat freezing resistance based on the responses of the physiological indices to low temperature stress	WANG Shugang, WANG Zhenlin, WANG Ping, et al (1064)
Predicting winter wheat growth based on integrating remote sensing and crop growth modeling techniques	HUANG Yan, ZHU Yan, WANG Hang, et al (1073)
Effects of spraying ABA on bleeding intensity in neck-panicle node, spike traits and grain yields of two different panicle-type winter wheat	CUI Zhiqing, YIN Yanping, TIAN Qizhuo, et al (1085)
Nitrogen and phosphorus cycling from rice-duck mutual ecosystem during late rice growth season	ZHANG Fan, SUI Peng, CHEN Yuanquan, et al (1093)
Initial exploration of the ecological costs of food production in the hilly red soil region of Southern China	LI Xiao, XIE Yongsheng, ZHANG Yinglong, et al (1101)
Optimization strategy and management decision-making in balancing forage and livestock in Gannan pastoral area	LIANG Tiangang, FENG Qisheng, XIA Wentao, et al (1111)
Species-area relationship in travertine area in Huanglong valley, Sichuan	HUANG Baoqiang, LUO Yibo, AN Dejun, et al (1124)
Influencing factors of fine root lifespans in two Chinese fir plantations in subtropical China	LING Hua, YUAN Yiding, YANG Zhijie, et al (1130)
Age structure effects on stand biomass and carbon storage distribution of <i>Larix olgensis</i> plantation	JU Wenzhen, WANG Xinjie, WANG Xinjie (1139)
Effects on controlling banana Fusarium wilt by bio-fertilizer, chitosan, hymexazol and their combinations	ZHANG Zhihong, PENG Guixiang, LI Huaxing, et al (1149)
Seasonal dynamics of culturable bacterium numbers in freshwater bodies of different water quality in Beijing	GAO Cheng, HUANG Manrong, TAO Shuang, et al (1157)
Review and Monograph	
On the coordinated regulation of forest transpiration by hydraulic conductance and canopy stomatal conductance	ZHAO Ping (1164)
Impacts of plant parasitism on structure and function of ecosystems	LI Junmin, DONG Ming (1174)
Invasion mechanisms of <i>Solidago canadensis</i> L.: a review	YANG Ruyi, ZAN Shuting, TANG Jianjun, et al (1185)

2009 年度生物学科总被引频次和影响力因子前 10 名期刊*

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响力因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响力因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

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 31 卷 第 4 期 (2011 年 2 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 4 2011

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:100717	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@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.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		

