

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

中国生态学学会 2013 年学术年会专辑



第 33 卷 第 19 期 Vol.33 No.19 2013

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

(SHENTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 19 期 2013 年 10 月 (半月刊)

目 次

中国生态学学会 2013 年学术年会专辑 卷首语

- 生态系统服务研究文献现状及不同研究方向评述 马凤娇, 刘金铜, A. Egrinya Eneji (5963)
非人灵长类性打搅行为研究进展 杨斌, 王程亮, 纪维红, 等 (5973)
密度制约效应对啮齿动物繁殖的影响 韩群花, 郭聪, 张美文 (5981)
食物链长度远因与近因研究进展综述 王玉玉, 徐军, 雷光春 (5990)
AM 真菌在植物病虫害生物防治中的作用机制 罗巧玉, 王晓娟, 李媛媛, 等 (5997)
保护性耕作对农田碳、氮效应的影响研究进展 薛建福, 赵鑫, Shadrack Batsile Dikgwatlhe, 等 (6006)
圈养大熊猫野化培训期的生境选择特征 张明春, 黄炎, 李德生, 等 (6014)
利用红外照相技术分析野生白冠长尾雉活动节律及时间分配 赵玉泽, 王志臣, 徐基良, 等 (6021)
风速和持续时间对树麻雀能量收支的影响 杨志宏, 吴庆明, 董海燕, 等 (6028)
白马雪山自然保护区灰头小鼯鼠的巢址特征 李艳红, 关进科, 黎大勇, 等 (6035)
生境片段化对千岛湖岛屿上黄足厚结猛蚁遗传多样性的影响 罗媛媛, 刘金亮, 黄杰灵, 等 (6041)
基于 28S, COI 和 Cytb 基因序列的薜荔和爱玉子传粉小蜂分子遗传关系研究
..... 吴文珊, 陈友铃, 孙伶俐, 等 (6049)
高榕榕果内 *Eupristina* 属两种榕小蜂的遗传进化关系 陈友铃, 孙伶俐, 武蕾蕾, 等 (6058)
镉胁迫下杞柳对金属元素的吸收及其根系形态构型特征 王树凤, 施翔, 孙海菁, 等 (6065)
邻苯二甲酸对萝卜种子萌发、幼苗叶片膜脂过氧化及渗透调节物质的影响
..... 杨延杰, 王晓伟, 赵康, 等 (6074)
极端干旱区多枝柽柳幼苗对人工水分干扰的形态及生理响应 马晓东, 王明慧, 李卫红, 等 (6081)
贝壳砂生境酸枣叶片光合生理参数的水分响应特征 王荣荣, 夏江宝, 杨吉华, 等 (6088)
陶粒覆盖对土壤水分、植物光合作用及生长状况的影响 谭雪红, 郭小平, 赵廷宁 (6097)
不同林龄短枝木麻黄小枝单宁含量及养分再吸收动态 叶功富, 张尚炬, 张立华, 等 (6107)
珠江三角洲不同污染梯度下森林优势种叶片和枝条 S 含量比较 裴男才, 陈步峰, 邹志谨, 等 (6114)
AM 真菌和磷对小马安羊蹄甲幼苗生长的影响 宋成军, 曲来叶, 马克明, 等 (6121)
盐氮处理下盐地碱蓬种子成熟过程中的离子积累和种子萌发特性 周家超, 付婷婷, 赵维维, 等 (6129)
CO₂浓度升高条件下内生真菌感染对宿主植物的生理生态影响 师志冰, 周勇, 李夏, 等 (6135)
预处理方式对香蒲和芦苇种子萌发的影响 孟焕, 王雪宏, 佟守正, 等 (6142)
镉在土壤-金丝垂柳系统中的迁移特征 张雯, 魏虹, 孙晓灿, 等 (6147)
马尾松人工林近自然化改造对植物自然更新及物种多样性的影响 罗应华, 孙冬婧, 林建勇, 等 (6154)
濒危海草贝克喜盐草的种群动态及土壤种子库——以广西珍珠湾为例
..... 邱广龙, 范航清, 李宗善, 等 (6163)
毛乌素沙地南缘沙丘生物结皮对凝结水形成和蒸发的影响 尹瑞平, 吴永胜, 张欣, 等 (6173)
塔里木河上游灰胡杨种群生活史特征与空间分布格局 韩路, 席琳乔, 王家强, 等 (6181)
短期氮素添加和模拟放牧对青藏高原高寒草甸生态系统呼吸的影响 宗宁, 石培礼, 蒋婧, 等 (6191)
松嫩平原微地形下土壤水盐与植物群落分布的关系 杨帆, 王志春, 王云贺, 等 (6202)

广州大夫山雨季林内外空气 TSP 和 PM _{2.5} 浓度及水溶性离子特征	肖以华,李 焰,旷远文,等 (6209)
马鞍列岛岩礁生境鱼类群落结构时空格局.....	汪振华,赵 静,王 凯,等 (6218)
黄海细纹狮子鱼种群特征的年际变化.....	陈云龙,单秀娟,周志鹏,等 (6227)
三种温带森林大型土壤动物群落结构的时空动态	李 娜,张雪萍,张利敏 (6236)
笔管榕榕小蜂的群落结构与物种多样性.....	陈友铃,陈晓倩,吴文珊,等 (6246)
海洋生态资本理论框架下的生态系统服务评估.....	陈 尚,任大川,夏 涛,等 (6254)
中国地貌区划系统——以自然保护区体系建设为目标.....	郭子良,崔国发 (6264)
生态植被建设对黄土高原农林复合流域景观格局的影响.....	易 扬,信忠保,覃云斌,等 (6277)
华北农牧交错带农田-草地景观镶嵌体土壤水分空间异质性	王红梅,王仲良,王 塑,等 (6287)
中国北方春小麦生育期变化的区域差异性与气候适应性.....	俄有浩,霍治国,马玉平,等 (6295)
中国南方喀斯特石漠化演替过程中土壤理化性质的响应	盛茂银,刘 洋,熊康宁 (6303)
气候变化对东北沼泽湿地潜在分布的影响.....	贺 伟,布仁仓,刘宏娟,等 (6314)
内蒙古不同类型草地土壤氮矿化及其温度敏感性.....	朱剑兴,王秋凤,何念鹏,等 (6320)
黑河中游荒漠绿洲区土地利用的土壤养分效应.....	马志敏,吕一河,孙飞翔,等 (6328)
成都平原北部水稻土重金属含量状况及其潜在生态风险评价.....	秦鱼生,喻 华,冯文强,等 (6335)
大西洋中部延绳钓黄鳍金枪鱼渔场时空分布与温跃层的关系	杨胜龙,马军杰,张 禹,等 (6345)
夏季台湾海峡南部海域上层水体的生物固氮作用	林 峰,陈 敏,杨伟峰,等 (6354)
北长山岛森林乔木层碳储量及其影响因子.....	石洪华,王晓丽,王 媛,等 (6363)
植被类型变化对长白山森林土壤碳矿化及其温度敏感性的影响.....	王 丹,吕瑜良,徐 丽,等 (6373)
油松遗传结构与地理阻隔因素的相关性.....	孟翔翔,狄晓艳,王孟本,等 (6382)
基于辅助环境变量的土壤有机碳空间插值——以黄土丘陵区小流域为例.....	文 魏,周宝同,汪亚峰,等 (6389)
基于生命周期视角的产业资源生态管理效益分析——以虚拟共生网络系统为例.....	施晓清,李笑诺,杨建新 (6398)
生态脆弱区贫困与生态环境的博弈分析.....	祁新华,叶士琳,程 煜,等 (6411)
“世博”背景下上海经济与环境的耦合演化	倪 尧,岳文泽,张云堂,等 (6418)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 464 * zh * P * ￥90.00 * 1510 * 55 * 2013-10



封面图说:毛乌素沙地南缘沙丘的生物结皮——生物土壤结皮广泛分布于干旱和半干旱区,它的形成和发育对荒漠生态系统生态修复过程产生重要的影响。组成生物结皮的藻类、苔藓和地衣是常见的先锋植物,它们不仅能在严重干旱缺水、营养贫瘠恶劣的环境中生长、繁殖,并且能通过其代谢方式影响并改变环境。其中一个重要的特点是,生物结皮表面的凝结水显著大于裸沙。研究表明,凝结水是除降雨之外最重要的水分来源之一,在水分极度匮乏的荒漠生态系统,它对荒漠生态系统结构、功能和过程的维持产生着重要的影响。

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

DOI: 10.5846/stxb201306041335

赵玉泽,王志臣,徐基良,罗旭,安丽丹.利用红外照相技术分析野生白冠长尾雉活动节律及时间分配.生态学报,2013,33(19):6021-6027.

Zhao Y Z, Wang Z C, Xu J L, Luo X, An L D. Activity rhythm and behavioral time budgets of wild Reeves's Pheasant (*Syrmaticus reevesii*) using infrared camera. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(19): 6021-6027.

利用红外照相技术分析野生白冠长尾雉 活动节律及时间分配

赵玉泽¹, 王志臣², 徐基良^{1,*}, 罗旭¹, 安丽丹³

(1. 北京林业大学自然保护区学院,北京 100083; 2. 国家林业局调查规划设计院,北京 100714;
3. 国家林业局野生动植物保护与自然保护区管理司,北京 100714)

摘要:2012年3月—2013年3月,利用红外相机技术在湖北省广水市蔡河镇对野生白冠长尾雉的活动节律和时间分配进行了研究。利用16台红外相机在40个相机位点对白冠长尾雉进行了监测。累计1774个相机日,拍摄到2242个独立视频,其中白冠长尾雉的视频占18%,共记录538只次,雌雄比为1.43:1。结果表明,白冠长尾雉每日有两个活动高峰期,上午雄性个体的活动高峰期比雌性个体早两个小时。白冠长尾雉的主要行为是移动和觅食,分别占到总频次的40.71%和33.10%,其余5种行为依次为:警戒9.29%,梳理7.14%,休息5.00%,对抗2.62%,育幼2.14%。雌性白冠长尾雉的警戒行为频次比例显著高于雄性个体($P<0.05$)。不同季节之间取食行为、移动行为、对抗行为比例之间有显著差异,冬季的取食行为比例明显高于夏季($P<0.05$),夏季移动行为比例显著高于秋季($P<0.05$)和冬季($P<0.05$),而警戒、梳理、休息和育幼行为比例则无显著差异。

关键词:红外相机技术;白冠长尾雉;活动节律;时间分配

Activity rhythm and behavioral time budgets of wild Reeves's Pheasant (*Syrmaticus reevesii*) using infrared camera

ZHAO Yuze¹, WANG Zhichen², XU Jiliang^{1,*}, LUO Xu¹, AN Lidan³

1 College of Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

2 Academy of Forest Inventory and Planning, State Forestry Administration, Beijing 100714, China

3 Department of Wild Fauna and Flora Conservation and Nature Reserve Management, State Forestry Administration, Beijing 100714, China

Abstract: The researches on activity rhythm and behavioral time budgets of vulnerable or endangered species were of great importance to form the effective conservation strategies, Reeves's Pheasant (*Syrmaticus reevesii*) was a vulnerable species endemic to China, whereas little information on activity rhythm and behavioral time budgets of this species was available. Therefore, we used infrared camera technology, from March 2012 to March 2013, to survey the activity rhythm and behavioral time budgets of wild Reeves's Pheasant (*Syrmaticus reevesii*) in Caihe Town, Guangshui City, Hubei province. We radio tracked and outlined 8 Reeves's Pheasants in the study area at first, and then we determined 4—5 sites as candidate camera sites in each home range. We selected two camera sites with a distance apart from at least 200 m in a home range synchronously, and irregularly moved these cameras across the candidate camera sites in this home range. In consequence, we set 16 infrared cameras at 40 candidate camera sites. The daily work time of a camera was set from 4:00 to 22:00 with the reference to some previous reports on this pheasant behavior, and we defined it as a camera day. We also divided the behavior of wild Reeves's Pheasant into seven types, including feeding, moving, grooming, vigilance, resting, conflicting, and raising. According to the available information on pheasant behavior. As a result, the total work time of these cameras in the field added up to 1774 d. We obtained totally 2242 videos in relation to Reeves's Pheasants that were

基金项目:林业公益性行业科研专项(200904003);国家自然科学基金项目(31172115)

收稿日期:2013-06-04; 修订日期:2013-07-25

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xujiliang@bjfu.edu.cn

responsible for about 18% with a total of 538 individuals in relation to 396 behavior samples. The sex ratio between the female and male photoed is 1.43:1. Two diurnal activity peaks were observed for the wild individuals, and the activity peak in the morning was around 9:00 and that in the afternoon was around 17:00. In particular, the activity peak of the males in the morning was much earlier about two hours than that of females, i.e. 7:00—9:00 for the males and 9:00—11:00 for the females. The behavior of moving and feeding dominated the diurnal behaviors of Reeves's Pheasant, accounting for 40.71% and 33.10%, respectively, and then followed in order by vigilance (9.29%), grooming (7.14%), resting (5.00%), conflicting (2.62%), raising (2.14%). The frequency of vigilance of females was significantly higher than that of the males. The wild Reeves's Pheasant also showed significant seasonal behavior variations, and the rate of feeding, moving, and conflicting varied among seasons. For example, the feeding frequency in winter was much higher than that in summer ($P<0.05$), and the moving frequency in summer was higher than that in autumn ($P<0.05$) and winter ($P<0.05$), whereas the frequency of conflicting, grooming, resting, and raising did not differ significantly. Given this study was conducted in an area with higher human disturbance, it was reasonable to recommend these results to that happened in an area with less human disturbance (e.g. nature reserves) in the future. The practice of this study also proved that infrared camera technology is very suitable for studying highly alert and rare terrestrial forest birds.

Key Words: infrared triggered camera technique; Reeves's Pheasant; activity rhythm; behavioral time budget

活动节律与时间分配是动物行为学研究的重要内容^[1],其结果可以反映出动物个体的营养状态、社会地位等状况,也有助于分析物种的生存状况或对策,对于制定保护措施具有十分重要的意义^[2]。虽然瞬时扫描法和焦点动物取样法^[2-4]比较适用于大型哺乳动物或者是笼养野生动物的观察研究,但并不适合对人类活动敏感或数量稀少的濒危物种。红外线触发自动数码相机陷阱技术(以下简称红外相机技术)具有长期性、客观性、隐蔽性、无损伤性等特征^[5-6],在解决这一问题中具有天然优势。因此,其逐渐广泛应用于野生动物相关研究中,且在国外已经有很长的历史^[7-10],如红外相机技术在鸟类巢穴捕食、营巢行为等方面已经有过很多研究^[5,11]。

白冠长尾雉(*Syrmaticus reevesii*)是我国特有珍稀雉类,隶属鸡形目(Galliformes)雉科(Phasianidae),被列为国家Ⅱ级重点保护野生动物和IUCN易危种^[12-14]。以往对白冠长尾雉的研究主要集中在数量调查^[15-16]、生态习性^[17-18]、集群行为^[19-20]、孵卵^[21]、栖息地选择和活动区^[22-23]等方面,关于其行为特别是野生个体活动节律和时间分配方面的资料则相当缺乏。因此,本研究利用红外相机技术,在湖北省广水市研究了野生白冠长尾雉行为的日时间分配及其季节变化,以探讨白冠长尾雉的活动节律。

1 研究地点和方法

1.1 地域概况

研究地点位于湖北省随州广水市蔡河镇平靖关村,地理位置为东经113°54'09"—113°55'21",北纬31°51'03"—31°52'40",与河南省信阳市浉河区接壤(图1)。年平均降水量865—1070 mm,年日照时长2009.6—2059.7 h,年平均气温15.5 °C,无霜期220—240 d。植被以灌丛和人工林为主。灌丛主要由油桐(*Vernicia fordii*)、小叶鼠李(*Rhamnus parvifolia*)、野桐(*Mallotus japonicus*)、辽东楤木(*Aralia elata* Seem)和核桃楸(*Juglans mandshurica* Maxim)等组成;人工植被主要有茶叶(*Camellia sinensis*)、板栗(*Castanea mollissima*)、少量毛白杨(*Populus tomentosa*)和毛竹(*Phyllostachys pubescens*)以及少量的马尾松(*Pinus massoniana*)和杉木(*Cunninghamia lanceolata*)。根据当地气候和白冠长尾雉的习性^[23],该地四季划分为春季3—5月、夏季6—8月、秋季9—11月和冬季11月至翌年2月。

1.2 相机布放

2012年3月—2013年3月,在白冠长尾雉活动区内布设ScoutGuard Trail Camera SG550V-31B红外相机16台。具体布设规则为:根据对8只白冠长尾雉的无线电跟踪遥测结果,在每只个体的活动区内布设两台红外相机,两台同时工作的红外相机之间相隔至少200 m。根据拍摄效果不定期更换红外相机的位置及拍摄方向,最终布设了40个相机位点(图1)。相机位点多选择郁闭度较高、林下较为开阔且人为活动较少的乔灌丛中,多固定于中小型灌木上,离地面约20—40 cm,确保视野的开阔性,镜头与地面大致平行^[24]。拍摄时间为4:00—22:00,相机设置为30 s视频模式,统一相机的日期时间等其它设置。详细记录相机位点编号、经纬度、生境、布设日期和时间、安放时长,一台相机从4:00—22:00正常工作,则记为一个相机日。每1个月检查和更换1次电池及储存卡。

1.3 行为分类

根据相关鸟类行为文献^[4,25]及拍摄到的视频资料,将野生白冠长尾雉的行为划分为取食、移动、梳理、警戒、休息、对抗和育

幼等7种(表1)。

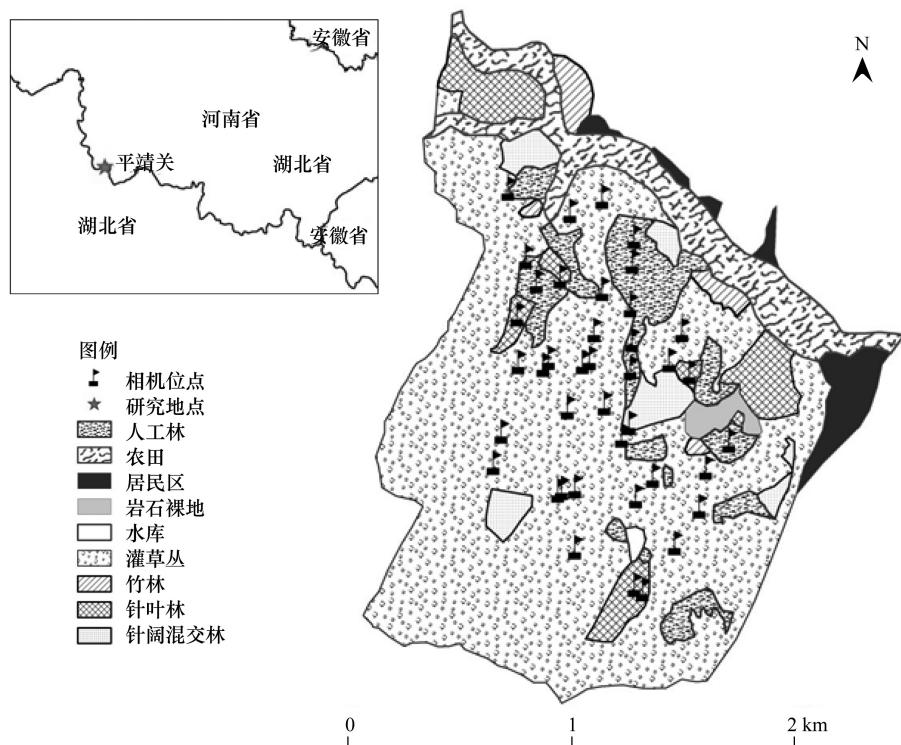


图1 野外研究地点位置、植被及相机布放位点概况

Fig.1 The status of the location, habitat and camera sites of the study area in Hubei Province

表1 研究区域内野生白冠长尾雉的行为分类

Table 1 The behavior classification of wild Reeves's Pheasant in this study area

行为类型 Behavior classification	描述 Description of the corresponding of the type of behavior
取食行为 Feeding	在移动过程中啄取地面的各种食物或停留在某地扒掘土取食
移动行为 Moving	双脚交替缓慢或急速地行进和飞腾,包括行走、疾走、飞腾(飞行,上树,下树,原地腾飞)
梳理行为 Grooming	用喙啄理羽毛、用爪搔抓头部及颈前部分、用喙啄跗蹠及足、挺胸拍翅、抖羽等
警戒行为 Vigilance	明显的站立张望,行走中急停观测后又疾走或受惊腾飞
休息行为 Resting	整体基本不动,局部无明显活动,多数时间闭眼,包括躺卧静栖、蹲伏静栖和站立静栖
对抗行为 Conflicting	同种之间或与其它种之间的攻击防御,包括争斗、偷袭、嘻斗、防御、逃匿等
育幼行为 Raising	成年雌鸟与幼鸟共同活动

1.4 数据处理

统一用KMPlayer视频播放软件进行浏览,记录相机位点、视频编号、触发日期、触发时间、时间段、类别(包括白冠长尾雉、其它动物、人为活动等)、物种、数量、雌雄、成幼、行为等数据。在有白冠长尾雉的视频中,对于连续触发的视频,根据目标物种的性别、体型、毛色、尾羽、数量、行为等特征进行判别是否属于同一只(群)。在利用无线电对白冠长尾雉进行遥测的过程中已经发现,除去暴雨大雪等极端气候,同一个体在同一个地方停留的时间一般不超过5 min。因此,对于依据外形特征不能区分的个体或群体,连续超过5 min在同一相机位点出现的个(群)体则被定义为一个独立个(群)体进行分析。所有行为都是记录频次,如一段视频中既有取食行为又有对抗行为,则记录两条数据。

红外相机的拍摄率(*CR*)为:

$$CR = \frac{N}{D} \times 100\% \quad (1)$$

式中,*N*为拍摄到的白冠长尾雉的个体数量;*D*为相机日;*CR*为拍摄率,按月计算。

日活动强度指数(*DII*)为:

$$DII = \frac{N_i}{N} \times 100\% \quad (2)$$

式中, i 为时间段,如6:00—6:59则记为6; N_i 为*i*时段拍摄到的白冠长尾雉个体数量; N 为拍摄到的白冠长尾雉总个体数量; DII 越大,则表示白冠长尾雉在*i*时段的活动越强。

日行为频次比例为:

$$P_i = \frac{n_i}{B_i} \times 100\% \quad (3)$$

式中, i 同上; k 为1,2,...,7,分别代表取食、移动、梳理、警戒、休息、对抗、育幼7种行为; B_i 为某日每种行为的总频次; n_i 为相应行为在该日*i*时段的频次; P_i 表示某种行为在该日*i*时段的强度。

月行为频次比例:

$$P_j = \frac{B_k}{n_j} \times 100\% \quad (4)$$

式中, j 为月份; n_j 为*j*月各种行为的总频次; B_k 为某种行为在*j*月的总频次; P_j 表示*k*行为在*j*月所占的行为频次比例。

分析雌雄之间的差异时,先用Kolmogorov-Smirnov Z-test检验数据是否符合正态分布。当数据不符合正态分布时,使用Mann-Whitney U-检验;当数据符合正态分布时,使用独立样本的T-检验。用one-way ANOVA分析季节差异,多重比较使用Tukey法。

所有数据处理和统计分析在Microsoft Excel 2003和IBM SPSS statistics 20.0中进行,显著水平为 $P \leq 0.05$ 。

2 研究结果

2.1 红外相机拍摄概况

在研究期间内,共安放1774个相机日,拍摄到2242个独立视频。其中,有白冠长尾雉的为408个,占18%;其它动物38%,无效触发35%,人为活动9%。排除相同个(群)体在同一时间内的连续触发及仅有幼鸟的视频,共有333个白冠长尾雉的独立视频(表2),538只次,雌雄比为1.43:1,记录到396条行为样本。雌雄拍摄率之间不存在显著差异($t_{22}=0.818, P=0.422$)。

表2 研究区域内红外相机拍摄概况

Table 2 The summary of infrared camera in the study area

月份 Month	相机日/d Days	曝光(Tr) Triggers	只次(N) Number of times	拍摄率(CR) Capture rate/100d
1	204	14	26	12.75
2	159	7	11	6.92
3	135	35	61	45.19
4	117	12	15	12.82
5	177	30	31	17.51
6	180	6	7	3.89
7	130	20	25	19.23
8	82	22	31	37.80
9	107	42	64	59.81
10	140	82	156	111.43
11	190	45	84	44.21
12	145	18	27	18.62
合计 Total	1774	333	538	—

2.2 日活动节律和时间分配

白冠长尾雉的主要行为是移动和觅食,分别占到总频次的40.71%和33.10%,其余5种行为依次为:警戒9.29%,梳理7.14%,休息5.00%,对抗2.62%,育幼2.14%。

雌性和雄性白冠长尾雉日活动均有两个高峰期(图2)。雄性个体为7:00—9:00,17:00;雌性个体为9:00—11:00,17:00。雌雄个体在每天不同时间段的活动强度不存在显著差异(Independent *t* test, $t_{28}=-0.03, P=0.976$)。取食、移动、警戒和梳理行为节律趋势大致相同,分别在7:00—11:00和17:00达到高峰期;休息行为时间分配相对均匀;育幼行为有一个高峰期,11:00;对抗行为也只有一个高峰期,9:00—10:00(图3)。

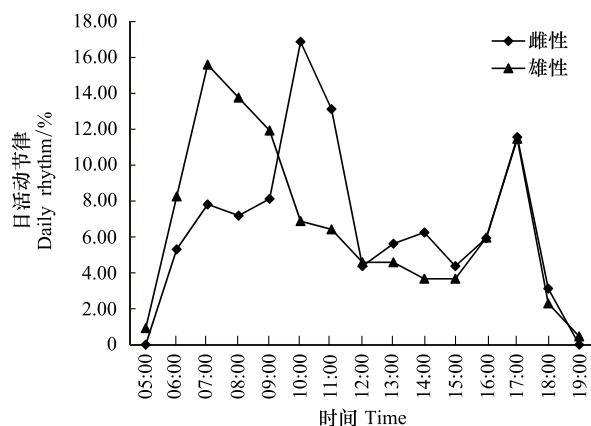


图 2 研究区域内野生白冠长尾雉日活动强度及其性别差异

Fig. 2 The activity intensity and its sexual differences of wild Reeves's Pheasants in the study area

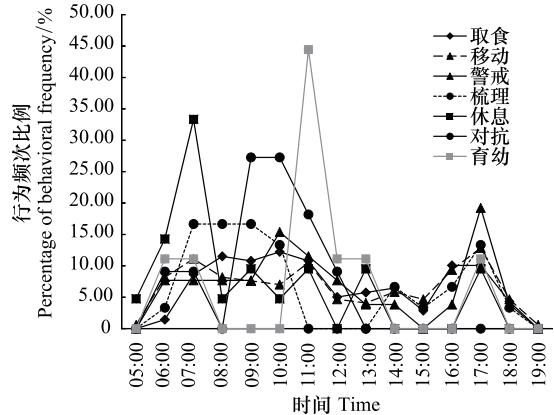


图 3 研究区域内野生白冠长尾雉日活动节律

Fig. 3 Diurnal behavioral rhythms of wild Reeves's Pheasant in the study area

育幼是雌性白冠长尾雉单独完成的,对抗行为的频次比例不符合正态分布($P < 0.05$)。雌性白冠长尾雉的警戒行为频次比例显著高于雄性个体(图 4, $t_{22} = 2.782$, $P = 0.011$),取食、移动、梳理、休息行为则无显著差异($P > 0.05$);对抗行为频次比例在雌雄间也不存在显著差异(图 4, Mann-Whitney U test, $Z = -0.569$, $P = 0.569$)。

2.3 季节差异

不同季节之间白冠长尾雉取食行为(One-way ANOVA, $F_3 = 6.552$, $P = 0.015$)、移动行为(One-way ANOVA, $F_3 = 5.268$, $P = 0.027$)、对抗行为(One-way ANOVA, $F_3 = 25.687$, $P < 0.01$)有显著差异,而警戒行为(One-way ANOVA, $F_3 = 0.148$, $P = 0.928$)、梳理行为(One-way ANOVA, $F_3 = 1.015$, $P = 0.435$)、休息行为(One-way ANOVA, $F_3 = 0.776$, $P = 0.540$)、育幼行为(One-way ANOVA, $F_3 = 0.682$, $P = 0.588$)则无显著差异(图 5)。白冠长尾雉在冬季的取食行为比例明显高于夏季(Tukey post hoc test, $P = 0.013$);移动行为比例夏季最高,显著高于秋季(Tukey post hoc test, $P = 0.046$)和冬季(Tukey post hoc test, $P = 0.035$);对抗行为仅仅在秋季被记录到。

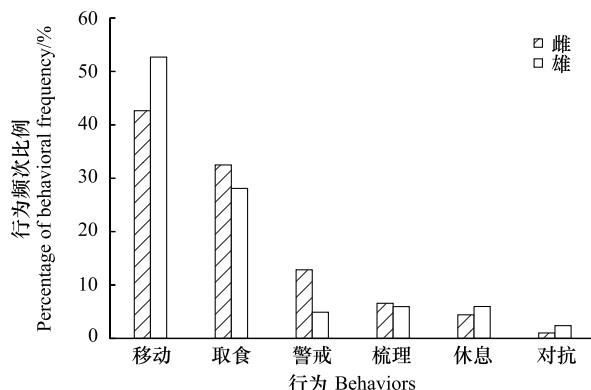


图 4 研究区域内雌雄野生白冠长尾雉行为频次比例差异

Fig. 4 Sexual differences of behavioral frequency rate of wild Reeves's Pheasant in the study area

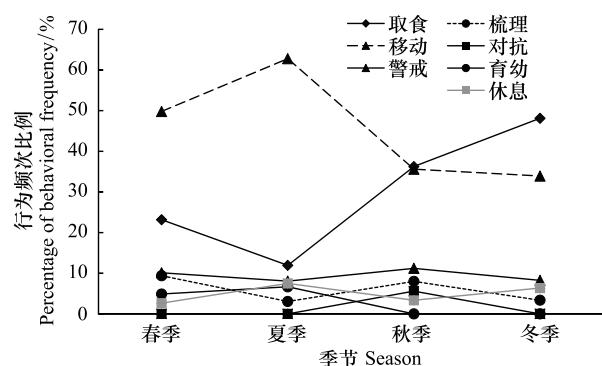


图 5 研究区域内不同季节野生白冠长尾雉行为频次比例差异

Fig. 5 Seasonal differences of behavioral frequency rate of wild Reeves's Pheasant in the study area

3 讨论

根据野外拍摄的 538 只次成体,当地雌雄比例为 1.43:1。这是分析野生白冠长尾雉性别比的一次尝试。由于野外研究的难度,白冠长尾雉方面的资料相对较为缺乏,并且不同的研究结果也不一样,如雌雄性比有 2.18:1^[20], 3:1、0.67:1^[26], 而利用标图法结合无线电遥测的调查得到的结果为 1.1:1^[20], 这与红外相机监测的结果比较接近。

动物的活动强度与被相机拍摄到的概率呈正相关^[27]。野生白冠长尾雉每天有两个活动高峰期,这与之前的报道相符^[17]。虽然雌雄在不同时间段的活动强度不存在显著差异,但本研究也发现雄性上午的活动高峰期要早于雌性,这与在贺兰山地区对

石鸡(*Alectoris chukar*)的研究结果^[28]相似:雄性石鸡的觅食最低峰和静息的最高峰出现在13:30,雌性石鸡觅食最低峰和静息的最高峰则出现在12:30,雌雄个体间也存在一定差异。

基于自身营养的需要,野生动物通常将大部分的时间用于觅食,尤其是在食物缺乏的季节^[29-30]。野生白冠长尾雉的取食、移动、警戒行为日节律的变化与日活动强度相关,在上午和下午均分别各有一个峰值,且其移动和取食行为频次比例共占到了记录行为的73.81%,其中移动行为占40.71%。野生白冠长尾雉休息行为频次比例很低,尽管无法将其与笼养环境下的白冠长尾雉行为进行比较,但对笼养黄腹角雉(*Tragopan caboti*)的行为观察发现,休息行为占到了一半以上^[25]。这可能是野外条件下食物资源丰富度、天敌分布及活动空间竞争等与笼养条件下明显不同而导致的^[1]。雌性白冠长尾雉警戒行为频次比例显著高于雄性个体,这在一些哺乳动物的研究中也有发现^[31]。野生白冠长尾雉取食、移动、梳理、休息行为在性别间并无显著差异,这可能跟这些行为的刚性强有关^[32]。因为动物的行为有刚性与弹性之分,当动物的能量来源和生存空间受限制时,一些诸如摄食、排遗等生存所必需的生理行仍将表现出来,则这类行为即为刚性行为^[32]。

由于不同季节之间,食物资源不同,动物个体可根据能量需求采取最优行为时间分配策略^[30]。白冠长尾雉在冬季的取食行为比例明显高于夏季($P=0.013$),可能是因为夏季草本植物、樱桃和鼠李等落果资源较为丰富,而这个时候白冠长尾雉的集群率又比较低^[20],个体容易满足自身的能量需求;拍摄的视频也发现,白冠长尾雉在夏季喜欢固定下来啄食青草,而冬季则大多数是走动觅食。夏季的移动行为显著高于秋季和冬季,这与利用无线电遥测技术监测白冠长尾雉的结果相似,即相对于繁殖期,白冠长尾雉冬季的活动区较小,活动能力也相对较弱^[22]。

本研究所在区域位于村庄周围,人为干扰较重,在野外也发现很多诸如放牧、砍伐、采草药等现象,这可能对白冠长尾雉的行为产生影响。受研究时间限制,本研究并没有将其与人为干扰较少条件下的白冠长尾雉行为进行比较。目前,白冠长尾雉种群很多已经纳入自然保护区范围^[12],研究这些自然保护区内野生白冠长尾雉的行为,将为进行相关比较研究提供良好的平台,而这对于评估人为活动对白冠长尾雉行为的影响并提出相应的保护对策将具有重要意义。

本研究的实践也证明,红外相机技术非常适合研究警觉性高、数量稀少的大型地栖林鸟^[11,33],包括白冠长尾雉。虽然利用红外相机技术进行鸟类行为研究具有一定的局限性,例如其不能对同一只个体进行连续观测^[11],但其特有的优点却能弥补传统方法的许多不足^[5-6],因为以往对野生动物行为的研究,很多都需要佩戴项圈或发射器等^[34-35],这可能会对野生动物的行为产生影响;而在野外进行隐蔽观测,则易受观测人员主观因素的影响,耗费时间且不具有长期性。

致谢:白洁同学参加了部分野外工作,视频整理得到了曹婉露和王秦韵同学的帮助,张鹏对监测工作提供后勤保障,特此致谢。

References:

- [1] Shang Y C. Ethology. Beijing: Peking University Press, 2005.
- [2] 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.
- [3] Yi G D, Yang Z J, Liu Y, Zuo B, Zhao J, Hao X L. Behavioral time budget and daily rhythms for wintering *Mergus squamatus*. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(8): 2228-2234.
- [4] Xing M Z, Zhang Z M, Tian H J, Wen J B. Time budget and activity rhythm of captive great spotted woodpecker. *Chinese Journal of Zoology*, 2013, 48(1): 95-101.
- [5] Tricia L C, Don E S. Using remote photography in wildlife ecology: a review. *Wildlife Society Bulletin*, 1999, 27(3): 571-581.
- [6] Lu X L, Jiang Z G, Tang J R, Wang X J, Xiang D Q, Zhang J P. Auto-trigger camera traps for studying giant panda and its sympatric wildlife species. *Acta Zoologica Sinica*, 2005, 51(3): 495-500.
- [7] Karanth K U. Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera-trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation*, 1995, 71(3): 333-338.
- [8] Foster M L, Humphrey S R. Use of highway underpasses by Florida panthers and other wildlife. *Wildlife Society Bulletin*, 1995, 23(1): 95-100.
- [9] Karanth K U, Nichols J D. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology*, 1998, 79(8): 2852-2862.
- [10] Silver S C, Ostro L E T, Marsh L K, Maffei L, Noss A J, Kelly M J, Wallace R B, Gomez H, Ayala G. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx*, 2004, 38(2): 148-154.
- [11] O'Brien T G, Kinnaird M F. A picture is worth a thousand words: the application of camera trapping to the study of birds. *Bird Conservation International*, 2008, 18(S1): S144-S162.
- [12] Zheng G M, Wang Q S. China Red Data Book of Endangered Animals (Aves). Beijing: Science Press, 1998: 182-184.
- [13] Collar N J. Threatened Birds of Asia: The Birdlife International Red Data Book (Part A). Cambridge: Bird Life International, 2001: 1001-1009.
- [14] IUCN. IUCN Red List of Threatened Species. (2012-02) [2013-05-07]. <http://www.iucnredlist.org/details/100600271/0>.
- [15] Wu Z K, Xu W S. On the geographical distribution and abundance of white crowned long tailed pheasants in Guizhou Province. *Zoological Research*, 1987, 8(1): 13-19.
- [16] Wu Z K, Li Z M, Xu W S. Distribution and population density of the Reeves's Pheasant. *Guizhou Science*, 1991, 9(3): 215-219.
- [17] Wu Z K. The ecology of Reeves's pheasant.. *Chinese Journal of Zoology*, 1979, (3): 16-18.
- [18] Fang C L, Ding Y H. Over-wintering ecology of the white-crowned long-tailed pheasant. *Chinese Journal of Ecology*, 1997, 16(2): 67-68.
- [19] Sun Q H, Zhang Z W, Ruan X F, Zhang K Y, Zhu J G. Studies on flocking behavior of Reeves's Pheasant in Dongzhai nature reserve, Henan

- province. *Journal of Beijing Normal University: Natural Science*, 2001, 37(1): 111-117.
- [20] Zhang X H, Xu J L, Zhang Z W, Zheng G M, Ruan X F, Xie F L. Flocking behavior of Reeves's Pheasants (*Syrmaticus reevesii*) at two sites in Henan and Shaanxi. *Zoological Research*, 2004, 25(2): 89-95.
- [21] Zhang X H, Xu J L, Zhang Z W, Xie F L, Zhang K Y, Zhu J G. A study on the incubation behavior of Reeves's Pheasant (*Syrmaticus reevesii*) by radio tracking. *Journal of Beijing Normal University: Natural Science*, 2004, 40(2): 255-259.
- [22] Xu J L, Zhang X H, Zhang Z W, Zhang G M, Ruan X F, Zhang K Y. Home range and habitat use of male Reeves's pheasant (*Syrmaticus reevesii*) in winter in Dongzhai National Nature Reserve, Henan Province. *Biodiversity Science*, 2005, 13(5): 416-423.
- [23] Xu J L, Zhang Z W, Wang Y, Connelly J W. Spatio-temporal responses of male Reeves's Pheasants *Syrmaticus reevesii* to forest edges in the Dabie Mountains, central China. *Wildlife Biology*, 2011, 17(1): 16-24.
- [24] Zhang S S, Bao Y X, Wang Y N, Fang P F, Ye B. Comparisons of different camera trap placement patterns in monitoring mammal resources in Gutianshan National Nature Reserve. *Chinese Journal of Ecology*, 2012, 31(8): 2016-2022.
- [25] Wen Z Q, Zheng G M. A study on the behaviours of cabot's tragopan in breeding season. *Journal of Beijing Normal University: Natural Science*, 1997, 33(2): 263-269.
- [26] Lu T C. The Rare and Endangered Gamebirds in China. Fuzhou: Fujian Science and Technology Press, 1991: 314-355.
- [27] Li M F, Li S, Wang D J, William J M, Guan T P, Chen L M. The daily activity patterns of takin *Budorcas taxicolor* in winter and spring at Tangjiahe Nature Reserve, Sichuan Province. *Sichuan Journal of Zoology*, 2011, 30(6): 850-855.
- [28] Zhou X Y, Wang X M, Jiang Z H. Time budget and activity rhythm of *Alectoris chukar* in winter. *Journal of Northeast Forestry University*, 2008, 36(5): 44-46.
- [29] Pépin D, Renaud P C, Dumont B, Decuq F. Time budget and 24-h temporal rest-activity patterns of captive red deer hinds. *Applied Animal Behaviour Science*, 2006, 101(3/4): 339-354.
- [30] Lian X M, Li X X, Yan P S, Zhang T Z, Su J P. Behavioural time budgets and diurnal rhythms of the female Tibetan gazelles in the Kekexili National Nature Reserve. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(3): 663-670.
- [31] Liu Z S, Wu J P, Teng L W. Time budget and behavior pattern of semi-free *Cervus nippon* in spring. *Chinese Journal of Ecology*, 2002, 21(6): 29-32.
- [32] Jiang Z G, Li C W, Peng J J, Hu H J. Structure, elasticity and diversity of animal behavior. *Biodiversity Science*, 2001, 9(3): 265-274.
- [33] Li S, McShea W J, Wang D J, Shao L K, Shi X G. The use of infrared-triggered cameras for surveying phasianids in Sichuan Province, China. *Ibis*, 2010, 152(2): 299-309.
- [34] Moen R, Pastor J, Cohen Y, Schwartz C C. Effects of moose movement and habitat use on GPS collar performance. *The Journal of Wildlife Management*, 1996, 60(3): 659-668.
- [35] Wong S T, Servheen C W, Ambu L. Home range, movement and activity patterns, and bedding sites of Malayan sun bears *Helarctos malayanus* in the Rainforest of Borneo. *Biological Conservation*, 2004, 119(2): 169-181.

参考文献:

- [1] 尚玉昌. 动物行为学. 北京: 北京大学出版社, 2005.
- [2] 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.
- [3] 易国栋, 杨志杰, 刘宇, 左斌, 赵匠, 郝锡联. 中华秋沙鸭越冬行为时间分配及日活动节律. *生态学报*, 2010, 30(8): 2228-2234.
- [4] 邢茂卓, 张志明, 田恒玖, 温俊宝. 笼养大斑啄木鸟行为时间分配和活动节律. *动物杂志*, 2013, 48(1): 95-101.
- [6] 卢学理, 蒋志刚, 唐继荣, 王学杰, 向定乾, 张建平. 自动感应照相系统在大熊猫以及同域分布的野生动物研究中的应用. *动物学报*, 2005, 51(3): 495-500.
- [12] 郑光美, 王岐山. 中国濒危动物红皮书(鸟类). 北京: 科学出版社, 1998: 182-184.
- [15] 吴至康, 许维枢. 白冠长尾雉 (*Syrmaticus reevesii*) 在贵州的分布与数量. *动物学研究*, 1987, 8(1): 13-19.
- [17] 吴至康. 白冠长尾雉的生态. *动物学杂志*, 1979, (3): 16-18.
- [18] 方成良, 丁玉华. 白冠长尾雉的越冬生态. *生态学杂志*, 1997, 16(2): 67-68.
- [19] 孙全辉, 张正旺, 阮祥峰, 张可银, 朱家贵. 白冠长尾雉集群行为的初步研究. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 2001, 37(1): 111-117.
- [20] 张晓辉, 徐基良, 张正旺, 郑光美, 阮祥峰, 谢福录. 河南陕西两地白冠长尾雉的集群行为. *动物学研究*, 2004, 25(2): 89-95.
- [21] 张晓辉, 徐基良, 张正旺, 谢福录, 张可银, 朱家贵. 白冠长尾雉孵卵行为的无线电遥测研究. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 2004, 40(2): 255-259.
- [22] 徐基良, 张晓辉, 张正旺, 郑光美, 阮祥峰, 张可银. 白冠长尾雉雄鸟的冬季活动区与栖息地利用研究. *生物多样性*, 2005, 13(5): 416-423.
- [24] 章书声, 鲍毅新, 王艳妮, 方平福, 叶彬. 不同相机布放模式在古田山兽类资源监测中的比较. *生态学杂志*, 2012, 31(8): 2016-2022.
- [25] 温战强, 郑光美. 黄腹角雉的繁殖期行为研究. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 1997, 33(2): 263-269.
- [26] 卢汰春. 中国珍稀濒危野生鸡类. 福州: 福建科学技术出版社, 1991: 314-355.
- [27] 李明富, 李晟, 王大军, William J M, 官天培, 谌利民. 四川唐家河自然保护区扭角羚冬春季日活动模式研究. *四川动物*, 2011, 30(6): 850-855.
- [28] 周晓禹, 王晓明, 姜振华. 贺兰山石鸡越冬期昼间行为时间分配及活动规律. *东北林业大学学报*, 2008, 36(5): 44-46.
- [30] 连新明, 李晓晓, 颜培实, 张同作, 苏建平. 夏季可可西里雌性藏原羚行为时间分配及活动节律. *生态学报*, 2012, 32(3): 663-670.
- [31] 刘振生, 吴建平, 滕丽微. 散放条件下春季梅花鹿行为时间分配的研究. *生态学杂志*, 2002, 21(6): 29-32.
- [32] 蒋志刚, 李春旺, 彭建军, 胡慧建. 行为的结构、刚性和多样性. *生物多样性*, 2001, 9(3): 265-274.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33, No.19 Oct., 2013 (Semimonthly)
CONTENTS

A review of ecosystem services and research perspectives	MA Fengjiao, LIU Jintong, A. Egrinya Eneji (5963)
Sexual interference in non-human primates	YANG Bin, WANG Chengliang, JI Weihong, et al (5973)
Density-dependent effect on reproduction of rodents: a review	HAN Qunhua, GUO Cong, ZHANG Meiwen (5981)
Proximate and ultimate determinants of food chain length	WANG Yuyu, XU Jun, LEI Guangchun (5990)
Mechanism of biological control to plant diseases using arbuscular mycorrhizal fungi .....	..... LUO Qiaoyu, WANG Xiaojuan, LI Yuanyuan, et al (5997)
Advances in effects of conservation tillage on soil organic carbon and nitrogen	XUE Jianfu, ZHAO Xin, Shadrack Batsile Dikgwatlhe, et al (6006)
Habitat selection of the pre-released giant panda in Wolong Nature Reserve	ZHANG Mingchun, HUANG Yan, LI Desheng, et al (6014)
Activity rhythm and behavioral time budgets of wild Reeves's Pheasant (<i>Syrmaticus reevesii</i>) using infrared camera	ZHAO Yuze, WANG Zhichen, XU Jiliang, et al (6021)
The energy budget of tree sparrows <i>Passer montanus</i> in wind different speed and duration	YANG Zhihong, WU Qingming, DONG Haiyan, et al (6028)
Nest site characteristics of <i>Petaurista caniceps</i> in Baima Snow Mountain Nature Reserve .....	..... LI Yanhong, GUAN Jinke, LI Dayong, HU Jie (6035)
Effects of habitat fragmentation on the genetic diversity of <i>Pachycondyla luteipes</i> on islands in the Thousand Island Lake, East China	LUO Yuanyuan, LIU Jinliang, HUANG Jieling, et al (6041)
The molecular genetic relationship between the pollinators of <i>Ficus pumila</i> var. <i>pumila</i> and <i>Ficus pumila</i> var. <i>awkeotsang</i>	WU Wenshan, CHEN Youling, SUN Lingli, et al (6049)
The genetic evolutionary relationships of two <i>Eupristina</i> species on <i>Ficus altissima</i>	CHEN Youling, SUN Lingli, WU Leilei, et al (6058)
Metal uptake and root morphological changes for two varieties of <i>Salix integra</i> under cadmium stress .....	..... WANG Shufeng, SHI Xiang, SUN Haijing, et al (6065)
Effects of phthalic acid on seed germination, membrane lipid peroxidation and osmoregulation substance of radish seedlings	YANG Yanjie, WANG Xiaowei, ZHAO Kang, et al (6074)
The morphological and physiological responses of <i>Tamarix ramosissima</i> seedling to different irrigation methods in the extremely arid area	MA Xiaodong, WANG Minghui, LI Weihong, et al (6081)
Response characteristics of photosynthetic and physiological parameters in <i>Ziziphus jujuba</i> var. <i>spinosa</i> seedling leaves to soil water in sand habitat formed from seashells	WANG Rongrong, XIA Jiangbao, YANG Jihua, et al (6088)
Effects of ceramsite mulching on soil water content, photosynthetic physiological characteristics and growth of plants .....	..... TAN Xuehong, GUO Xiaoping, ZHAO Tingning (6097)
Dynamics of tannin concentration and nutrient resorption for branchlets of <i>Casuarina equisetifolia</i> plantations at different ages .....	..... YE Gongfu, ZHANG Shangju, ZHANG Lihua, et al (6107)
Sulfur contents in leaves and branches of dominant species among the three forest types in the Pearl River Delta .....	..... PEI Nancai, CHEN Bufeng, ZOU Zhijin, et al (6114)
Impacts of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus on growth dynamics of <i>Bauhinia faberi</i> seedlings .....	..... SONG Chengjun, QU Laiye, MA Keming, et al (6121)
Characteristics of ion accumulation and seed germination for seeds from plants cultured at different concentrations of nitrate nitrogen and salinity	ZHOU Jiachao, FU Tingting, ZHAO Weiwei, et al (6129)
Physio-ecological effects of endophyte infection on the host grass with elevated CO ₂ .....	..... SHI Zhibing, ZHOU Yong, LI Xia, et al (6135)
Effects of pretreatment on germination of <i>Typha domingensis</i> and <i>Phragmites australis</i> .....	..... MENG Huan, WANG Xuehong, TONG Shouzheng, et al (6142)
Transfer characteristics of cadmium from soil to <i>Salix × aureo-pendula</i>	ZHANG Wen, WEI Hong, SUN Xiaocan, et al (6147)
Effect of Close-to-Nature management on the natural regeneration and species diversity in a masson pine plantation .....	..... LUO Yinghua, SUN Dongjing, LIN Jianyong, et al (6154)
Population dynamics and seed banks of the threatened seagrass <i>Halophila beccarii</i> in Pearl Bay, Guangxi .....	..... QIU Guanglong, FAN Hangqing, LI Zongshan, et al (6163)
Effects of biological crusts on dew deposition and evaporation in the Southern Edge of the Mu Us Sandy Land, Northern China .....	..... YIN Ruiping, WU Yongsheng, ZHANG Xin, et al (6173)
Life history characteristics and spatial distribution of <i>Populus pruinosa</i> population at the upper reaches of Tarim River .....	..... HAN Lu, XI Linqiao, WANG Jiaqiang, et al (6181)
Interactive effects of short-term nitrogen enrichment and simulated grazing on ecosystem respiration in an alpine meadow on the Tibetan Plateau	ZONG Ning, SHI Peili, JIANG Jing, et al (6191)

The correlation between soil water salinity and plant community distribution under micro-topography in Songnen Plain	YANG Fan, WANG Zhichun, WANG Yunhe, et al (6202)
Comparison of TSP, PM _{2.5} and their water-soluble ions from both inside and outside of Dafushan forest park in Guangzhou during rainy season	XIAO Yihua, LI Jiong, KUANG Yuanwen, et al (6209)
Fish community ecology in rocky reef habitat of Ma'an Archipelago II. Spatio-temporal patterns of community structure	WANG Zhenhua, ZHAO Jing, WANG Kai, et al (6218)
Interannual variation in the population dynamics of snailfish <i>Liparis tanakae</i> in the Yellow Sea	CHEN Yunlong, SHAN Xiujuan, ZHOU Zhipeng, et al (6227)
Spatial and temporal variation of soil macro-fauna community structure in three temperate forests	LI Na, ZHANG Xueping, ZHANG Limin (6236)
Community structure and species biodiversity of fig wasps in syconia of <i>Ficus superba</i> Miq. var. <i>japonica</i> Miq. in Fuzhou	CHEN Youling, CHEN Xiaoqian, WU Wenshan, et al (6246)
Marine ecological capital: valuation methods of marine ecosystem services	CHEN Shang, REN Dachuan, XIA Tao, et al (6254)
Geomorphologic regionalization of China aimed at construction of nature reserve system	GUO Ziliang, CUI Guofa (6264)
Impact of ecological vegetation construction on the landscape pattern of a Loess Plateau Watershed	YI Yang, XIN Zhongbao, QIN Yunbin, et al (6277)
Spatial heterogeneity of soil moisture across a cropland-grassland mosaic: a case study for agro-pastoral transition in north of China	WANG Hongmei, WANG Zhongliang, WANG Kun, et al (6287)
The regional diversity of changes in growing duration of spring wheat and its correlation with climatic adaptation in Northern China	E Youhao, HUO Zhiguo, MA Yuping, et al (6295)
Response of soil physical-chemical properties to rocky desertification succession in South China Karst	SHENG Maoyin, LIU Yang, XIONG Kangning (6303)
Prediction of the effects of climate change on the potential distribution of mire in Northeastern China	HE Wei, BU Rencang, LIU Hongjuan, et al (6314)
Soil nitrogen mineralization and associated temperature sensitivity of different Inner Mongolian grasslands	ZHU Jianxing, WANG Qiufeng, HE Nianpeng, et al (6320)
Effects of land use on soil nutrient in oasis-desert ecotone in the middle reach of the Heihe River	MA Zhimin, LÜ Yihe, SUN Feixiang, et al (6328)
Assessment on heavy metal pollution status in paddy soils in the northern Chengdu Plain and their potential ecological risk	QIN Yusheng, YU Hua, FENG Wenqiang, et al (6335)
Relationship between the temporal-spatial distribution of longline fishing grounds of yellowfin tuna (<i>Thunnus albacares</i>) and the thermocline characteristics in the Central Atlantic Ocean	YANG Shenglong, MA Junjie, ZHANG Yu, et al (6345)
Biological nitrogen fixation in the upper water column in the south Taiwan Strait during summer 2011	LIN Feng, CHEN Min, YANG Weifeng, et al (6354)
Storage and drivers of forests carbon on the Beichangshan Island of Miaodao Archipelago	SHI Honghua, WANG Xiaoli, WANG Ai, et al (6363)
Impact of changes in vegetation types on soil C mineralization and associated temperature sensitivity in the Changbai Mountain forests of China	WANG Dan, LÜ Yuliang, XU Li, et al (6373)
Analysis of relationship between genetic structure of Chinese Pine and mountain barriers	MENG Xiangxiang, DI Xiaoyan, WANG Mengben, et al (6382)
Soil organic carbon interpolation based on auxiliary environmental covariates:a case study at small watershed scale in Loess Hilly region	WEN Wen, ZHOU Baotong, WANG Yafeng, et al (6389)
Eco-management benefit analysis of industrial resources from life cycle perspective:a case study of a virtual symbiosis network	SHI Xiaoqing, LI Xiaonuo, YANG Jianxin (6398)
The game analysis between poverty and environment in ecologically fragile zones	QI Xinhua, YE Shilin, CHENG Yu, et al (6411)
The coupling development of economy and environment under the background of World Expo in Shanghai	NI Yao, YUE Wenze, ZHANG Yuntang, et al (6418)

《生态学报》2013年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于1981年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科研工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科研人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的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;新书评价和学术、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,300页,国内定价90元/册,全年定价2160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

本期责任编辑 陈利顶

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生态学报

(SHENTAI XUEBAO)

(半月刊 1981年3月创刊)

第33卷 第19期 (2013年10月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 19 (October, 2013)

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
主 编	王如松
主 管	中国科学技术协会
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
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街16号 邮政编码:100717
印 刷	北京北林印刷厂
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
订 购	全国各地邮局
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
广 告 经 营	京海工商广字第8013号
许 可 证	

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
Editor-in-chief	WANG Rusong
Supervised by	China Association for Science and Technology
Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
Domestic	All Local Post Offices in China
Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P.O.Box 399 Beijing 100044, China



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 90.00 元