

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第24期 Vol.31 No.24 **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 24 期

2011 年 12 月 (半月刊)

目 次

柑橘黄龙病株不同部位内生细菌群落结构的多样性	刘 波, 郑雪芳, 孙大光, 等 (7325)
小兴安岭红松径向生长对未来气候变化的响应	尹 红, 王 靖, 刘洪滨, 等 (7343)
污水地下渗透系统脱氮效果及动力学过程	李海波, 李英华, 孙铁珩, 等 (7351)
基于生态系统服务的海南岛自然保护区体系规划	肖 燚, 陈圣宾, 张 路, 等 (7357)
羌塘地区草食性野生动物的生态服务价值评估——以藏羚羊为例	鲁春霞, 刘 铭, 冯 跃, 等 (7370)
湖北省潜江市生态系统服务功能价值空间特征	许倍慎, 周 勇, 徐 理, 等 (7379)
滇西北纳帕海湿地景观格局变化及其对土壤碳库的影响	李宁云, 袁 华, 田 昆, 等 (7388)
基于连接性考虑的湿地生态系统保护多预案分析——以黄淮海地区为例	宋晓龙, 李晓文, 张明祥, 等 (7397)
青藏高原高寒草甸生态系统碳增汇潜力	韩道瑞, 曹广民, 郭小伟, 等 (7408)
影响黄土高原地物光谱反射率的非均匀因子及反照率参数化研究	张 杰, 张 强 (7418)
基于 GIS 的下辽河平原地下水生态敏感性评价	孙才志, 杨 磊, 胡冬玲 (7428)
厦门市土地利用变化下的生态敏感性	黄 静, 崔胜辉, 李方一, 等 (7441)
我国保护地生态旅游发展现状调查分析	钟林生, 王 婧 (7450)
黄腹山鹧鸪稳定的配偶关系限制雄性欺骗者	褚福印, 唐思贤, 潘虎君, 等 (7458)
食物蛋白含量和限食对雌性东方田鼠生理特性的影响	朱俊霞, 王 勇, 张美文, 等 (7464)
具有捕食正效应的捕食-食饵系统	祁 君, 苏志勇 (7471)
桑科中 4 种桑天牛寄主植物的挥发物成分研究	张 琳, WANG Baode, 许志春 (7479)
栗山天牛成虫羽化与温湿度的关系	杨忠岐, 王小艺, 王 宝, 等 (7486)
人工巢箱条件下杂色山雀的巢位选择及其对繁殖成功率的影响	李 乐, 万冬梅, 刘 鹤, 等 (7492)
鸭绿江口湿地鸕鹚类停歇地的生物生态研究	宋 伦, 杨国军, 李 爱, 等 (7500)
锡林郭勒草原区气温的时空变化特征	王海梅, 李政海, 乌 兰, 等 (7511)
UV-B 辐射胁迫对杨桐幼苗生长及光合生理的影响	兰春剑, 江 洪, 黄梅玲, 等 (7516)
小麦和玉米叶片光合-蒸腾日变化耦合机理	赵风华, 王秋凤, 王建林, 等 (7526)
利用稳定氢氧同位素定量区分白刺水分来源的方法比较	巩国丽, 陈 辉, 段德玉 (7533)
2010 年冬季寒冷天气对闽江口 3 种红树植物幼苗的影响	雍石泉, 仝 川, 庄晨辉, 等 (7542)
人参皂苷与生态因子的相关性	谢彩香, 索风梅, 贾光林, 等 (7551)
芑对黑麦草根茎几种低分子量有机分泌物的影响	谢晓梅, 廖 敏, 杨 静 (7564)
盐碱地柠条根围土中黑曲霉的分离鉴定及解磷能力测定	张丽珍, 樊晶晶, 牛 伟, 等 (7571)
不同近地表土壤水文条件下雨滴打击对黑土坡面养分流失的影响	安 娟, 郑粉莉, 李桂芳, 等 (7579)
煤电生产系统的能值分析及新指标体系的构建	楼 波, 徐 毅, 林振冠 (7591)
专论与综述	
东南亚高山森林植被变化对流域产水量的影响	张远东, 刘世荣, 顾峰雪 (7601)
干旱荒漠区斑块状植被空间格局及其防沙效应研究进展	胡广录, 赵文智, 王 岗 (7609)
利用农业生物多样性持续控制有害生物	高 东, 何霞红, 朱书生 (7617)
研究简报	
洪湖湿地生态系统土壤有机碳及养分含量特征	刘 刚, 沈守云, 闫文德, 等 (7625)
氯氟菊酯和溴氟菊酯对萼花臂尾轮虫生殖的影响	黄 林, 刘昌利, 韦传宝, 等 (7632)
学术信息与动态	
SCOPE-ZHONGYU 环境论坛(2011)暨环境科学与可持续发展国际会议成功举办	(7639)
《生态学报》3 篇文章入选 2010 年中国百篇最具影响国内学术论文 等	(I)
期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 316 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 36 * 2011-12	



封面图说: 泥炭藓大多生长在多水、寒冷和贫营养的生境, 同时有少数的草本、矮小灌木也生长在其中, 但优势植物仍然是泥炭藓属植物。泥炭藓植物植株死后逐渐堆积形成泥炭。经过若干年的生长演变, 形成了大片的泥炭藓沼泽。这种沼泽地有黑黑的泥炭, 绿绿的草甸和亮晶晶的斑块状水面相间相衬, 远远看去就像大地铺上了锦绣地毯一样美丽壮观。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

李乐, 万冬梅, 刘鹤, 殷江霞, 李其久, 霍雅鹏. 人工巢箱条件下杂色山雀的巢位选择及其对繁殖成功率的影响. 生态学报, 2011, 31 (24): 7492-7499.

Li L, Wan D M, Liu H, Yin J X, Li Q J, Huo Y P. Nest site selection and reproductive success of *Parus varius* in man-made nest boxes. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31 (24): 7492-7499.

人工巢箱条件下杂色山雀的巢位选择 及其对繁殖成功率的影响

李 乐, 万冬梅*, 刘 鹤, 殷江霞, 李其久, 霍雅鹏

(辽宁大学生命科学院, 辽宁省动物资源与疫病防治重点实验室, 沈阳 110036)

摘要: 杂色山雀 (*Parus varius*) 是一种分布区域极其狭窄的小型森林洞巢鸟类, 种群数量稀少, 在中国大陆仅见繁殖于辽宁省的东南部山区和毗邻辽宁的吉林省西南部山区, 为当地留鸟。为了探讨巢址选择对杂色山雀繁殖的影响, 找出影响杂色山雀繁殖成功率的巢址选择方面的主要因子, 于 2009—2011 年 3—7 月, 在辽宁省仙人洞国家级自然保护区通过悬挂人工巢箱, 进行杂色山雀对人工巢箱的巢址选择以及不同的巢址对杂色山雀繁殖成功率的影响研究。研究表明: 杂色山雀多在针阔混交林中活动和繁殖, 对位于赤松与蒙古栎混交林中的巢箱有一定偏好。野外共发现 24 巢杂色山雀在人工巢箱中繁殖, 其中 15 巢繁殖成功, 9 巢繁殖失败。对杂色山雀利用的巢址样方主成分分析表明, 巢位因子 (19.826%)、乔木因子 (17.571%)、灌木因子 (13.11%)、光照因子 (11.587%)、隐蔽因子 (10.562%) 和边缘效应因子 (7.572%) 是影响杂色山雀对人工巢箱选择的重要因子。利用巢箱与对照巢箱相比, 两者在距水源距离、距路距离、乔木平均高度、灌木平均高度和植被类型这 5 个环境变量上存在显著差异。繁殖成功巢与繁殖失败巢相比, 繁殖成功的巢箱所在位置距路稍远, 坡度较高, 乔木最大高度较高, 灌木盖度略低于繁殖失败巢箱。人为干扰和天敌捕食是造成杂色山雀繁殖失败的主要原因。以上研究结果表明, 巢向偏南、距地面 2 m 以上、周围乔木高大、灌木平均高度大于 1.5 m、盖度在 45%—55% 之间、距水源 20 m 左右、距路 20 m 以外的位于针阔混交林边缘的巢箱是杂色山雀繁殖的最优巢址。目前杂色山雀的种群数量还很稀少, 希望本研究能对这一珍稀鸟类的保护提供重要参考。

关键词: 杂色山雀; 巢址选择; 人工巢箱; 主成分分析

Nest site selection and reproductive success of *Parus varius* in man-made nest boxes

LI Le, WAN Dongmei*, LIU He, YIN Jiangxia, LI Qijiu, HUO Yapeng

Department of Life Science, Liaoning University, Key Laboratory of Animal Resource and Epidemic Disease Prevention, Liaoning Province, Shenyang 110036, China

Abstract: *Parus varius* are small forest hole nest birds, whose distribution is extremely narrow and population quantity is scarce. In China, they only exist in the southeastern mountains of Liaoning province and the southwest mountains of Jilin province. In order to examine the influence of nest site selection on reproduction of *Parus varius* and identify the main factors accounting for reproductive success of *Parus varius*, we set out man-made nest-boxes in Xianrendong National Nature Reserve and observed nest box selection of *Parus varius* from March to July each year from 2009 to 2011. Results showed that *Parus varius* prefer foraging and breeding in temperate mixed forests dominated by *Pinus densiflora* and *Quercus mongolica*. In fifteen of the total 24 nests, *Parus varius* successfully reproduced. *Parus varius* showed great selectivity in nest-box choice. The main factors that influenced nest box selection were the nest site (19.826%), trees (17.571%),

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30670288, 31071927); 辽宁省教育厅重点实验室项目 (2008S099)

收稿日期: 2011-11-10; **修订日期:** 2011-11-10

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wandongmei@1nu.edu.cn

shrubs (13.11%), illumination (11.587%), hidden factors (10.562%), and edge effect (7.572%). Several factors, including the distance from a water source, the distance from a road, average height of trees, average height of shrubs, and vegetation type, differed significantly based on whether the boxes were used by birds or not. Compared with the nest-box sites where the birds failed at breeding, those that contained successfully breeding-birds were a little farther from the road, on higher slopes, and had higher trees and lower coverage of shrubs. Anthropogenic disturbances and natural prey were the main factors accounting for reproductive failure of *Parus varius*. Results from this study suggest that the optimal breeding nest site for *Parus varius* include the following characteristics: they are south-facing, located $\geq 2\text{m}$ above the ground, located in areas dominated by tall trees or shrubs with an average height $\geq 1.5\text{ m}$ and an average cover between 45% and 55%, located within 20 m of water and at least 20 m from any road, and locate at the edge of mixed forest. Results from this study provide information on *Parus varius* nesting behavior and its preferred habitat, both critical to ensuring the successful conservation of this bird.

Key Words: *Parus varius*; nest site selection; man-made nest box; principal component analysis

鸟类的巢址选择是研究巢以及巢周围地区的生态因子在鸟类选择巢址过程中的作用和地位,从而揭示鸟类选择该处筑巢的原因和主导因素^[1]。巢址选择是鸟类繁殖体系的重要环节,能将同类的干扰作用,天敌捕食和不良因子的影响降到最低水平从而提高繁殖成功率,巢址选择是鸟类在进化过程中形成的一种繁殖与防御对策^[2-3],巢址选择的质量可直接影响鸟类的繁殖成功率,间接影响种群动态和群落组成^[4],所以对鸟类巢址选择的研究具有重要意义。通过对鸟类巢址选择的研究,可以增强人们对鸟类繁殖需求的理解,从而有助于鸟类多样性的保护。

巢箱可以吸引大量的繁殖鸟类,也便于追踪连续多代的个体的繁殖成功率,在鸟类研究中利用非常广泛,成为鸟类野外研究的一部分^[5]。利用巢箱来进行鸟类生态学研究始于20世纪20年代的荷兰,英国始于20世纪40年代,北美和欧洲至少有65种洞巢鸟的研究利用了巢箱。人工巢箱在鸟类种群动态、生活史演化、数量遗传学、性选择等理论发展中起到很重要的作用^[6]。Jerome 等对紫崖燕(*Progne subis*)、家麻雀(*Passer domesticus*)、紫翅椋鸟(*Sturnus vulgaris*)的巢箱利用进行分析,发现地理变量显著地影响了北美洲紫燕和家麻雀对巢箱的利用^[7]。Hugh 研究了5个同域雀形目鸟类对人工巢箱的选择,表明洞入口的直径是很重要的变量,另外莺鹋鹌(*Troglodytes aedon*)巢总是选择距树林或密集灌木丛30 m范围内进行筑巢,双色树燕(*Tachycineta bicolor*)选择巢位离建筑物较近^[8]。Charles 等对蓝翅黄森莺(*Protonotaria citrea*)的巢箱选择进行研究,结果表明,与开阔水源距离、一天中太阳直射巢箱的时间是影响巢箱选择的主要因子^[9]。Cezary 比较了白领姬鹀(*Ficedula albicollis*)巢箱和自然巢繁殖生态学,发现繁殖参数没有差异,但是自然巢被捕食率较高^[10]。KEES 利用人工巢箱研究大山雀(*Parus major*)性格和婚外配对的关系,表明性格特点的不同影响大山雀婚外配对的行为^[11]。曹长雷于2005、2006年通过悬挂人工巢箱,探讨了次生林破碎化对白眉姬鹀(*Ficedula zanthopygia*)繁殖的影响,发现次生林破碎化对白眉姬鹀繁殖产生很大的影响,斑块面积、形状指数、隔离度均在不同程度上影响着白眉姬鹀的繁殖参数^[12]。以上的研究说明了影响鸟类对巢箱选择的变量在不同的鸟类中存在明显差异。

杂色山雀(*Parus varius*)是一种分布区域极其狭窄的小型森林洞巢鸟类,种群数量稀少,在中国大陆仅见繁殖于辽宁省的东南部山区和毗邻辽宁的吉林省西南部山区,为当地留鸟。目前国外对杂色山雀的研究主要集中在用人工巢箱法研究其生活史、性选择、形态特征、食性等^[13-15]。我国则在杂色山雀繁殖生态、繁殖成功率等方面开展了一些研究^[16-18],如金春日等对杂色山雀的繁殖成功率的研究认为人为干扰是造成卵和雏鸟损失的主要原因^[18]。为了探讨巢址选择对杂色山雀繁殖的影响,找出影响杂色山雀繁殖成功率的巢址选择方面的主要因子,于2009—2011年3—7月杂色山雀的繁殖期,在辽宁仙人洞国家级自然保护区悬挂人工巢箱,对杂色山雀的巢址选择进行了调查研究,希望能为杂色山雀这一狭域分布物种栖息地的管理和保护提供

重要参考。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究地区

辽宁省仙人洞国家级自然保护区位于辽东半岛大连市庄河境内的北部山区,南濒黄海,北靠千山,地理坐标为东经 122°53′24″—123°03′30″,北纬 39°54′00″—40°03′00″,海拔 200—600 m,总面积 3 574.7 hm²,其中核心区面积 789.7 hm²,是保护区内原生植被保存最完整的区域,缓冲区 876.2 hm²,实验区面积 1 917.8 hm²,保护区属暖温带湿润季风气候区。保护区主要保护对象为华北、长白植物区系过渡带生态系统、大面积的天然赤松林、东北地区独有的第四纪冰川残留下的天然亚热带植物以及鸟类等国家和省重点保护野生动物。保护区拥有目前亚洲面积最大的赤松—栎林顶级植物群落,天然赤松林达 234.1 hm²。因庄河市濒临黄海,夏季受海洋性季风影响,多为东南风,冬季多为西北风。四季温和,雨热同季,光照和降雨集中,并具有一定的海洋性气候特点。自然保护区植物资源丰富多样,共有维管束植物 108 科 399 属 831 种,其中,木本植物 192 种,草本植物 639 种,苔藓植物 140 种,真菌类植物 67 种,地衣植物 66 种。主要树种有赤松(*Pinus densiflora*)、蒙古栎(*Quercus mongolica*)、红松(*Pinus koraiensis*)、核桃楸(*Juglans mandshurica*)、花曲柳(*Fraxinus rhynchophylla*)等^[19]。

1.2 研究方法

2009 年 3 月—2011 年 7 月,累计在研究地悬挂 270 个木制山雀式人工巢箱(2009 年 50 个,2010 年 80 个,2011 年 170 个),用以招引杂色山雀巢箱尺寸为底 15 cm × 15 cm、高 27 cm(后壁)×20 cm(前壁),圆形巢口直径 3.5 cm。3a 间,在研究地共招引到杂色山雀 24 巢。巢生境选择以巢树为中心,取 10 m × 10 m 为样方,对样方中的生境特征进行调查测量,再在巢周围随机选择 1 个没被利用的人工巢箱作为对照样方。调查项目共 21 个生态因子,包括:(1)巢树倾斜角(°):用罗盘仪测量;(2)巢树高(m):估计值;(3)巢树胸径(cm):巢箱悬挂处的胸径,用直尺测量;(4)巢距地高(m):用卷尺测量;(5)巢口方向(°):用罗盘仪测量,以正北方向为 0°;依顺时针方向;(6)坡度(°):用罗盘仪测量;(7)坡向(°):用罗盘仪测得,以正北方向为 0°;依顺时针方向;(8)距水源距离(m);(9)距路距离(m);宽度>0.5 m,经常有人行走的小路即作为路;(10)乔木种类:即样方内胸径>4 cm 的树木种类;(11)乔木数量:即样方内胸径>4 cm 的树木数量;(12)乔木盖度(%):估计值;(13)乔木胸径(cm):即样方内胸径>4 cm 的乔木平均胸径;(14)乔木最大高度(m);(15)乔木平均高度(m);(16)灌木种类:样方内高度>30 cm 的灌木种类;(17)灌木盖度(%):估计值;(18)灌木最大高度(m);(19)灌木平均高度(m);(20)植被类型:根据优势乔木的种类,分为阔叶林、针叶林和针阔混交林三类,取值分别为 1、2、3;(21)巢树树种:巢所在的树木种类。

1.3 数据处理

利用统计软件 SPSS(version 17.0)执行数据统计与分析,对杂色山雀巢址选择样方采用主成分分析方法,找出主成分和主要影响因子,利用单个样本的 Kolmogorov-Smirnov *T*-检验数据是否呈正态分布。数据符合进行参数分析的条件($P < 0.05$),再将杂色山雀巢址样方与对照样方数据进行独立样本 *T*-检验,以比较不同样方组间的特异性和各变量差异程度,分析样方之间差异的显著水平,找出影响杂色山雀巢址选择的主要因子。将杂色山雀繁殖成功的巢址样方与繁殖失败样方数据进行独立样本 *T*-检验,比较不同样方组间的特异性和各变量差异程度,分析样方之间差异的显著水平,找出影响杂色山雀繁殖成功率的主要因素。

2 结果与分析

2.1 植被类型

在 270 个人工巢箱中,116 个巢箱位于由赤松、核桃楸、花曲柳等组成的针阔混交林中,其中被杂色山雀利用的有 18 个,利用率为 15.52%。31 个巢箱位于由红松组成的人工针叶林中,其中被杂色山雀利用的有 3 个,利用率为 9.68%。123 个巢箱位于由蒙古栎、核桃楸、麻栎(*Quercus acutissima* Carruth)等组成的阔叶林中,其中被杂色山雀利用的有 3 个,利用率为 2.44%(图 1)。

2.2 巢树种类

杂色山雀选择的巢箱主要位于针叶树上,共 15 巢,占总数的 62.5%;位于阔叶树上 8 巢,占总数的 33.3%;位于电线杆上 1 巢,占总数的 4.2%(图 2)。

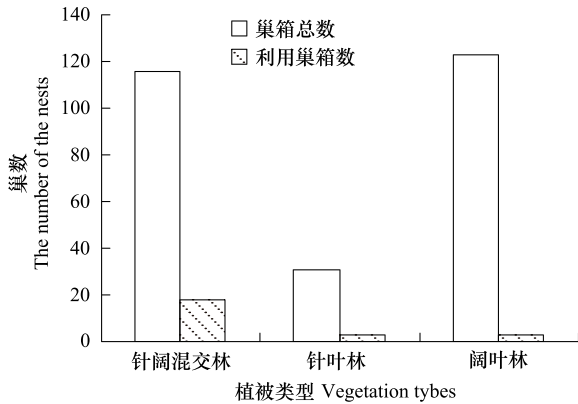


图 1 杂色山雀选择人工巢箱的植被类型和利用率

Fig. 1 The vegetation types where *Parus varius* selecting nest-boxes located and the use efficiency of the boxes

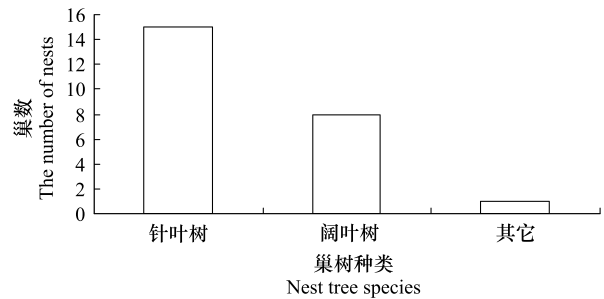


图 2 杂色山雀巢址选择的巢树种类

Fig. 2 The nest tree species which were selected by *Parus varius* to locate their nests

2.3 杂色山雀巢址选择的主成分分析

对 19 个变量主成分分析表明,特征值大于 1 的主成分共有 6 个,累积贡献率达到 80.228% (表 1),能够较好地反应杂色山雀巢址选择的特征,因此只选用前 6 个主成分进行分析(表 2)。

表 1 杂色山雀巢址选择的主成分分类与命名

Table 1 Classification and name of the PCA for the nest site selection of *Parus varius*

主成分 Principal component	特征值 Eigenvalue	贡献率/% Percent of variable	累积贡献率/% CuMulative percent of variable	参数 Parameter	命名 Name
1	3.197	19.826	19.826	巢树倾斜角 巢距地高 乔木胸径	巢位因子
2	2.768	17.571	37.397	巢树高 乔木最大高度 乔木平均高度	乔木因子
3	2.301	13.11	50.507	灌木最大高度 灌木平均高度	灌木因子
4	2.201	11.587	62.094	巢口方向 坡向	光照因子
5	1.857	10.562	72.656	灌木种类 灌木盖度	隐蔽因子
6	1.229	7.572	80.228	距路距离	边缘效应因子

第 1 主成分的贡献率为 19.826%,其中绝对值较大的权系数出现在巢树倾斜角、巢距地高和乔木胸径,这 3 项都与巢的位置有关,可以将其命名为巢位因子;第 2 主成分的贡献率为 17.571%,其中绝对值较大的权系数出现在巢树高、乔木最大高度、乔木平均高度 3 项,反映了乔木对杂色山雀巢位选择的影响,将其命名为乔木因子;第 3 主成分的贡献率为 13.11%,其中绝对值较大的权系数出现在灌木最大高度和灌木平均高度,将其命名为灌木因子;第 4 主成分的贡献率为 11.587%,其中绝对值较大的权系数出现在巢口方向、坡向,反映了巢对光照的要求,将其命名为光照因子;第 5 主成分的贡献率为 10.562%,其中绝对值较大的权系数出

现在灌木种类和灌木盖度,灌木的种类和盖度反映了巢对周围隐蔽条件的要求,将其命名为隐蔽因子;第6主成分的贡献率为7.572%,其中绝对值较大的权系数出现在距路距离,距路较近则靠近森林边缘,将其命名为边缘效应因子。

表2 杂色山雀巢址选择的19个生态因子载荷系数的转置矩阵

Table 2 Rotated matrix on loading coefficients of 19 ecological factors for *Parus varius* nest selection

变量 Variables	成份 Component					
	1	2	3	4	5	6
巢树倾斜角 Nest tree angle	-0.722	-0.087	-0.018	0.46	0.248	0.09
巢树高 Nest tree height	0.243	0.868	0.003	-0.066	0.031	0.168
巢树胸径 Tree diameter	0.197	0.272	0.084	0.229	0.149	-0.097
巢距地高 Nest height from ground	0.805	0.083	-0.182	0.258	0.119	0.006
巢口方向 Nest entrance	-0.018	0.106	-0.059	0.807	-0.071	0.241
坡度 Slope	0.156	0.046	0.064	-0.043	0.018	0.019
坡向 Slopes	-0.168	0.037	-0.189	0.756	-0.05	0.296
距水源距离 Distance from water source	-0.026	0.491	-0.095	0.492	-0.268	0.389
距路距离 Distance from road	0.131	0.351	0.071	0.349	-0.301	0.774
乔木种类 Tree species	0.156	0.144	0.404	-0.547	0.402	0.034
乔木数量 Tree abundance	0.126	-0.254	-0.064	-0.009	0.048	0.09
乔木盖度 Tree coverage	-0.495	-0.048	0.065	-0.013	-0.177	-0.105
乔木胸径 Tree diameter	0.786	-0.025	0.322	0.037	0.045	-0.165
乔木最大高度 Maximum height of trees	0.144	0.842	-0.185	0.058	0.034	-0.087
乔木平均高度 Average height of trees	-0.092	0.802	0.252	0.249	-0.166	0.073
灌木种类 Shrub species	0.042	0.077	0.133	-0.105	0.917	-0.082
灌木盖度 Shrub coverage	-0.002	-0.314	0.356	-0.037	0.775	0.018
灌木最大高度 Maximum height of shrubs	-0.089	-0.022	0.903	-0.053	0.234	-0.002
灌木平均高度 Average height of shrubs	0.129	0.039	0.933	-0.143	0.118	0.071

2.4 杂色山雀巢址样方与对照样方的比较分析

将杂色山雀巢址样方和对照样方进行比较分析(T -检验),结果如表3。由杂色山雀的巢址样方和对照样

表3 杂色山雀利用样方和对照样方巢址特征的比较($n=24$)

Table 3 The characteristics of using-sites and control-sites of *Parus varius*

变量 Variables	杂色山雀利用样方 <i>Parus varius</i> using sites		对照样方 The control sample		F	显著性 Significance
	平均数 Mean	标准差 S. D	Mean	S. D		
巢树倾斜角 Nest tree angle	7.45	6.92	6	7.73	0.002	0.474
巢树高 Nest tree height	13.04	2.03	13.03	2.34	1.429	0.989
巢树胸径 Tree diameter	16.71	4.05	15.73	2.35	10.295	0.273
巢距地高 Nest height from ground	2.37	0.37	2.14	0.56	5.225	0.101
巢口方向 Nest entrance	159.58	93.17	173.83	97.23	0.16	0.59
坡度 Slope	20.9	12.83	14.8	9.93	3.186	0.062
坡向 Slopes	188.54	98.57	166.67	90.71	0.258	0.401
距水源距离 Distance from water source	21.08	16.81	27.97	33.28	6.225	0.031 *
距路距离 Distance from road	22.79	23.88	28.3	30.15	0.703	0.029 *
乔木种类 Tree species	2.9583	1.23	2.6	1.07	0.009	0.258
乔木数量 Tree abundance	11	2.86	10.97	3.69	0.389	0.971
乔木盖度 Tree coverage	76.45	17.22	83.33	7.69	15.678	0.056
乔木胸径 Tree diameter	17.25	3.02	16.76	2.68	0.781	0.537
乔木最大高度 Maximum height of trees	15.75	1.18	15.5	1.96	2.237	0.586
乔木平均高度 Average height of trees	12.71	1.43	11.47	1.55	0.21	0.004 *
灌木种类 Shrub species	4.58	1.99	4.4	2.09	0.139	0.746
灌木盖度 Shrub coverage	55.12	26.22	54.5	30.41	1.588	0.937
灌木最大高度 Maximum height of shrubs	2.79	0.85	2.38	1.11	0.835	0.137
灌木平均高度 Average height of shrubs	1.84	0.65	1.31	0.7	0.014	0.005 *
植被类型 Vegetation types	2.625	0.71	1.93	0.17	9.258	0.004 *

方的对比分析可以看出,两者在距水源距离、距路距离、乔木平均高度、灌木平均高度和植被类型这 5 个环境变量上存在显著差异($P < 0.05$)。杂色山雀喜欢将巢筑在距水、路距离较近,乔木和灌木平均高度均较高的森林边缘,对针叶林或混交林有一定偏好。

2.5 杂色山雀繁殖成功巢箱和失败巢箱的巢位参数分析比较

在研究的 24 巢杂色山雀中,共有 15 巢繁殖成功,即至少有一只雏鸟成功出飞,9 巢繁殖失败。对杂色山雀繁殖成功巢箱和失败巢箱的巢位参数分析(T -检验),结果如表 4。可以看出,两者在坡度,距路距离,乔木最大高度和灌木盖度这 4 个环境变量上存在显著差异($P < 0.05$)。繁殖成功的巢箱所在位置距路稍远,坡度较高,乔木最大高度较高,灌木盖度略低于繁殖失败巢箱。

表 4 杂色山雀繁殖成功巢箱和失败巢箱的巢位参数分析比较

Table 4 The characteristic of reproduction success and fail nest-boxes of *Parus varius*

变量 Variables	繁殖成功 Success nest-box		繁殖失败 Fail nest-box		F	显著性 Significance
	平均数 Mean	标准差 S. D	Mean	S. D		
巢树倾斜角 Nest tree angle	7.86	6.91	6.78	7.33	0.113	0.718
巢树高 Nest tree height	13.73	1.75	11.89	2.02	0.192	0.128
巢树胸径 Tree diameter	16.53	4.07	17	4.24	0.001	0.791
巢距地高 Nest height from ground	2.31	0.35	2.46	0.41	0.362	0.318
巢口方向 Nest entrance	174.66	95.61	134.44	88.47	0.817	0.317
坡度 Slope	23.93	13.28	16	10.99	0.411	0.046 *
坡向 Slopes	220.66	94.22	135	85.07	1.232	0.336
距水源距离 Distance from water source	22.53	19.97	18.67	10.19	1.604	0.597
距路距离 Distance from road	25.86	25.23	17.66	21.86	0.217	0.028 *
乔木种类 Tree species	2.86	1.41	3.11	0.93	0.297	0.649
乔木数量 Tree abundance	10.53	2.16	11.78	3.76	3.067	0.312
乔木盖度 Tree coverage	72.66	19.44	82.77	10.93	6.637	0.169
乔木胸径 Tree diameter	17	3.11	17.66	3	0.187	0.612
乔木最大高度 Maximum height of trees	16.2	1.01	15	1.19	0.127	0.013 *
乔木平均高度 Average height of trees	12.8	1.56	12.55	1.23	0.496	0.694
灌木种类 Shrub species	4.26	1.98	5.11	2.03	0.08	0.327
灌木盖度 Shrub coverage	45.53	24.05	71.11	22.46	0.18	0.017 *
灌木最大高度 Maximum height of shrubs	2.61	0.92	3.1	0.66	0.849	0.183
灌木平均高度 Average height of shrubs	1.74	0.77	1.99	0.39	4.115	0.391
植被类型 Vegetation types	2.67	0.62	2.55	0.88	1.383	0.72

3 讨论

鸟巢是鸟类正常的生命活动以及繁衍后代的场所,其周围环境为鸟类繁殖提供各种必要的生态条件。许多因素对巢址的选择有潜在的影响,包括植被的组成、湿度选择、食物的数量和种类、植被种群结构和巢捕食风险,巢址的选择常常影响孵化率和雏鸟的成活率等,许多鸟类都倾向于选择那些能使其繁殖成效最大而存活代价最小的营巢生境。人工巢箱在杂色山雀营巢中起着重要的作用,人工巢箱的悬挂为该鸟提供了更多的巢位资源。

本研究结果表明,杂色山雀多在针阔混交林中活动和繁殖,对位于赤松与蒙古栎混交林中的巢箱有一定偏好。金春日等^[18]对杂色山雀繁殖期的取食情况进行分析,结果表明杂色山雀在繁殖期主要取食夜蛾科、尺蛾科等鳞翅目幼虫,取食树种主要有蒙古栎、榆树(*Ulmus pumila*)、核桃楸、花曲柳等高大阔叶树和灌木及草本等。Mizuki^[20]等研究了杂色山雀在落叶林里的取食偏好,发现尽管林中的阔叶树只占 10%,杂色山雀还是较多地在阔叶树上取食。在辽宁仙人洞国家级自然保护区,针阔混交林主要由赤松和蒙古栎、花曲柳、核桃楸等多种落叶乔木组成,针叶林主要为人工红松林,阔叶林多由蒙古栎、核桃楸等落叶乔木构成。野外观察发现,杂色山雀时常在针叶树附近采集松籽,而针阔混交林的树种更加丰富,林下有大量灌木及草本植物,便于杂色山雀的取食和活动,林下植被要明显多于针叶林,与单一的阔叶林相比也具有一定优势。

在巢址选择中,许多鸟类都倾向于选择那些能使其繁殖成效最大而存活代价最小的营巢生境^[21]。研究表明,巢位因子是影响杂色山雀对人工巢箱选择的主要因子。巢树有一定的向下倾斜角度既可以防雨,又有利于亲鸟从巢内观察巢下方的情况;巢距地面稍高,可以降低雏鸟被地面天敌(如蛇、鼠)发现和捕食的概率^[22],方便杂色山雀在灌木层取食。乔木因子在多种鸟类的巢址选择中均占有重要地位,如虎纹伯劳(*Lanius tigrinus*)^[21],啄木鸟(*Piculus*)^[23]。鸟类在育雏期需要大量的食物来保证自己和雏鸟的存活,野外观察发现,杂色山雀经常在巢周围的乔木层和灌木层中活动觅食。乔木的高度反映的是林龄,林龄长意味着林中的物种多样性较为丰富,杂色山雀在育雏期主要以昆虫为食,丰富的物种多样性可以使杂色山雀不用远行就能找到足够的昆虫喂养雏鸟,可以有效地减少亲鸟育雏期的能量支出。光照因子也是影响杂色山雀巢址选择的重要因子,坡向和巢向决定阳光照入巢箱的角度和时长,良好的光照可以提高巢内的温度,对于保持卵温和雏鸟的发育起到重要作用^[24],因此,杂色山雀偏向于选择巢口向阳的巢箱筑巢。为了躲避天敌和获取更多的食物,良好的隐蔽性是十分重要的,杂色山雀多选择灌木种类丰富、平均高度适中的巢箱筑巢,这能增加巢的安全性和捕食者发现巢的难度,以达到繁殖成功的目的。边缘效应因子也影响了杂色山雀对人工巢箱的选择,研究发现,杂色山雀多在森林边缘筑巢,最远 100 m,最近仅在路边,平均值为 23 m。特殊的边缘环境使得采光较好,也使位于道路附近的植物生长良好,昆虫种类较多,增加了食物的丰富度。

在杂色山雀巢址选择样方与对照样方的比较分析中,得到了与主成分分析相似的结果,杂色山雀喜欢将巢筑在靠近河边,距路距离较近,乔木和灌木平均高度均较高的森林边缘,对针叶林或混交林有一定偏好。动物的生存离不开水,水源对动物的分布有着明显的影响^[25]。很多鸟类都将巢址选择在靠近水源的地方,如红尾伯劳(*Lanius cristatus*)^[26]、发冠卷尾(*Dicrurus hottentottus*)^[27]、白冠攀雀(*Remiz coronatus*)^[28]等。距水较近除了满足杂色山雀沐浴、饮水的需要,也是为了方便采集巢材。杂色山雀筑巢的巢材主要为苔藓^[29],在河流附近的石头和树皮上生长了大量苔藓,能为杂色山雀提供充足的巢材。

在本研究中,共有 9 巢杂色山雀繁殖失败,5 巢为蛇吃掉,巢树距路距离分别为 1、8、12、14 m 和 14 m,其中 3 巢雏鸟被蛇吞噬的全过程被安装在巢箱顶的针孔摄像机摄录下来,蛇捕捉后经鉴定为当地比较常见的赤峰锦蛇(*Elaphe anomala*),本研究表明位于森林边缘的鸟巢更易遭天敌的捕食;4 巢繁殖失败的原因可能是人为干扰所致,仙人洞保护区为著名的风景旅游区,夏季游人众多,这 4 巢杂色山雀选择的巢址距路较近,分别为 1、2、10 m 和 12 m,游人有时会在巢树下对杂色山雀驻足观赏,这对亲鸟的孵卵和喂食都造成较大干扰,可能是导致这 4 巢亲鸟弃巢的主要原因。杂色山雀繁殖成功巢箱与繁殖失败巢箱的比较分析支持这一推断,繁殖成功的巢箱所在位置平均距路的距离在 20 m 以外,这个距离既得到了边缘效应的好处,又有效地降低了人类活动对杂色山雀的干扰。坡度较高,则说明山坡比较陡峭,不利于其天敌蛇类的爬行。当乔木高度较高时,林下植被仅能获得有限的阳光,草本植物的生长会受到抑制,不利于蛇类在草丛中爬行和隐蔽,间接地降低了巢被蛇发现捕食的概率。

通过对杂色山雀巢址样方和对照样方、繁殖成功样方和失败样方的比较,可以得到如下结论:巢址的巢向偏南、距地面 2 m 以上、周围乔木高大、灌木平均高度大于 1.5 m、盖度在 45%—55% 之间、距水源 20 m 左右、距路 20 m 以外的位于针阔混交林边缘的巢箱是杂色山雀繁殖的最优巢址。为了提高杂色山雀繁殖成功率,可以在靠近路边的巢箱附近张贴标示,提示游人不要在巢箱周围高声喧哗。另外,组织专人对杂色山雀繁殖巢箱的巢树根部喷洒雄黄,以减少蛇类对雏鸟的捕食。在栖息地保护方面,保护区应加强对天然赤松林的保护,禁止乱砍乱伐,培育林龄长的森林,适当修剪林间灌木,使其有利于杂色山雀的繁殖活动;在旅游开发的过程中,尽量降低人与自然的冲突,避免野生动物栖息地的生境破碎化,加强对游人的管理和监督,及时清理生活垃圾,对保护区内的河流定期监测,防止水污染。目前杂色山雀的种群数量还很稀少,希望本研究能对这一珍稀鸟类的保护提供重要参考。

References:

- [1] Ding C Q, Zheng G M. The nest site selection of the Yellow-bellied tragopan (*Tragopan caboti*). *Acta Zoologica Sinica*, 1997, 43(1): 27-33.

- [2] Lack D. The number of bird species on island. *Bird Study*, 1969, 16: 193-209.
- [3] Cody M L. Habitat selection in birds; the roles of vegetation structure, competitors, and productivity. *Bioscience*, 1981, 31(2): 107-113.
- [4] Robertson G J. Factors affecting nest site selection and nesting success in the Common Eider *Somateria mollissima*. *Ibis*, 1995, 137(1): 109-115.
- [5] Møller A P. Parasites, predators and nest boxes: facts and artefacts in nest box studies of birds?. *Oikos*, 1989, 56(3): 421-423.
- [6] Evans M R, Lank D B, Boyd W S, Cooke F. A comparison of the characteristics and fate of Barrow's Goldeneye and Bufflehead nests in nest boxes and natural cavities. *The Condor*, 2002, 104(3): 610-619.
- [7] Jackson J A, Tate J Jr. An analysis of nest box use by Purple Martins, House Sparrows, and Starlings in eastern North America. *The Wilson Bulletin*, 1974, 86(4): 435-449.
- [8] Munro H L, Rounds R C. Selection of artificial nest sites by five sympatric passerines. *The Journal of Wildlife Management*, 1985, 49(1): 264-276.
- [9] Blem C R, Blem L B. Nest-box selection by Prothonotary Warblers. *Journal of Field Ornithology*, 1991, 62(3): 299-307.
- [10] Mitrus C. A comparison of the breeding ecology of Collared Flycatchers nesting in boxes and natural cavities. *Journal of Field Ornithology*, 2003, 74(3): 293-299.
- [11] van Oers K, Drent P J, Dingemanse N J, Kempenaers B. Personality is associated with extrapair paternity in great tits, *Parus major*. *Animal Behaviour*, 2008, 76(3): 555-563.
- [12] Cao C L, Gao W. Effects of forest fragmentation on *Ficedula zanthopygia* in fragmented secondary forest. *Sichuan Journal of Zoology*, 2008, 27(2): 183-188.
- [13] Yamaguchi N, Kawano K K, Eguchi K, Yahara T. Facultative sex ratio adjustment in response to male tarsus length in the Varied Tit *Parus varius*. *Ibis*, 2004, 146(1): 108-113.
- [14] Yamaguchi N. Cheek-patch coloration varies greatly within a subspecies of the Varied Tit *Parus varius*. *Ibis*, 2005, 147(4): 836-840.
- [15] Yamaguchi N, Higuchi H. Extremely low nesting success and characteristics of life history traits in an insular population of *Parus varius namiyai*. *The Wilson Bulletin*, 2005, 117(2): 189-193.
- [16] Jin C R, Wang S, Wan D M, Li H Y, Huo Y P. Breeding ecology of *Parus varius*. *Chinese Journal of Ecology*, 2007, 26(12): 1988-1995.
- [17] Wang S, Jin C R, Li D M, Qu Z C, Jiang Y Y. Studies on attraction of *Parus varius* by artificial nest-boxes. *Liaoning Forestry Science and Technology*, 2007, (2): 8-11.
- [18] Jin C R, Wang S, Wan D M, Li H Y, Qu Z C, Ding F. Reproductive success of *Parus varius* in natural condition and nestbox. *Chinese Journal of Zoology*, 2007, 42(3): 28-33.
- [19] Wang P, Qiu Y J. Scientific Survey of the Xianrendong National Class Nature Reserve. Beijing: China Forestry Press, 2002: 1-9.
- [20] Mizutani M, Hijii N. The effects of arthropod abundance and size on the nestling diet of two *Parus* species. *Ornithological Society*, 2002, 1(1): 71-80.
- [21] You Y Q, Zhou C Q, Hu J C. Nest-building and breeding behavior of *Tiger Shrike* (*Lanius tigrinus*). *Sichuan Journal of Zoology*, 2007, 26(1): 26-31.
- [22] Zhang K Q, Wang H T, Zhao H, Deng Q X, Jiang Y L, Zhou T, Gao W. Nest predation of Great Tit inside nest boxes. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(19): 5391-5395.
- [23] Newlon K R, Saab V A. Nest-site selection and nest survival of Lewis's woodpecker in aspen riparian woodlands. *The Condor*, 2011, 113(1): 183-193.
- [24] Cao C L, Gao W, You Y Y, Wang J L, Zhou T, Deng Q X. Nest site selection and reproductive habit of *Ficedula zanthopygia* in man-made nest box. *Chinese Journal of Ecology*, 2010, 29(6): 1193-1197.
- [25] Sun R Y. Principles of Animal Ecology. 3rd ed. Beijing: Beijing Normal University Press, 2001: 71-71.
- [26] Qing Y, Zhou Y B, Yang R, Hu J C. Nest-building behavior of the Red-tailed Shrike. *Chinese Journal of Zoology*, 2004, 39(4): 77-80.
- [27] Gao Z J, Du Z Y, Wang X S, Huang H, Wang K, Yang C B. The nest-site selection of Spangled Drongo at Dongzhai Nature Reserve, Henan. *Chinese Journal of Zoology*, 2006, 41(1): 69-73.
- [28] Mei Y, Ma M, Hu B W, Brinkhuizen D, Szekely T. Nests and nest-site selection of White-crowned Penduline Tit *Remiz coronatus* in the Northern Xinjiang. *Zoological Research*, 2009, 30(5): 565-570.
- [29] Du Y, Huo Y P, Wan D M, Sun J, Lü Y T, Cao J. Moss selection as nest materials by *Parus varius*. *Chinese Journal of Zoology*, 2010, 45(4): 144-149.

参考文献:

- [1] 丁长青, 郑光美. 黄腹角雉的巢址选择. *动物学报*, 1997, 43(1): 27-33.
- [12] 曹长雷, 高玮. 温带次生林破碎化对白眉姬鹀繁殖的影响. *四川动物*, 2008, 27(2): 183-188.
- [16] 金春日, 王爽, 万冬梅, 李昊晔, 霍雅鹏. 杂色山雀的繁殖生态. *生态学杂志*, 2007, 26(12): 1988-1995.
- [17] 王爽, 金春日, 万冬梅, 曲再春, 姜玉乙. 人工巢箱招引杂色山雀研究. *辽宁林业科技*, 2007, (2): 8-11.
- [18] 金春日, 王爽, 万冬梅, 李昊晔, 曲再春, 丁峰. 杂色山雀的繁殖成功率. *动物学杂志*, 2007, 42(3): 28-33.
- [19] 王鹏, 邱英杰. 辽宁仙人洞国家级自然保护区科学考察集. 北京: 中国林业出版社, 2002: 1-9.
- [21] 游余群, 周材权, 胡锦涛. 虎纹伯劳的巢生境选择与繁殖行为. *四川动物*, 2007, 26(1): 26-31.
- [22] 张克勤, 王海涛, 赵虹, 邓秋香, 姜云垒, 周彤, 高玮. 人工巢箱条件下大山雀巢捕食. *生态学报*, 2010, 30(19): 5391-5395.
- [24] 曹长雷, 高玮, 由玉岩, 王继龙, 周彤, 邓秋香. 人工巢箱条件下白眉姬鹀的繁殖习性和巢址选择. *生态学杂志*, 2010, 29(6): 1193-1197.
- [25] 孙儒泳. 动物生态学原理 (第三版). 北京: 北京师范大学出版社, 2001: 71-71.
- [26] 青云, 周友兵, 杨容, 胡锦涛. 红尾伯劳的巢址选择与营巢行为. *动物学杂志*, 2004, 39(4): 77-80.
- [27] 高振建, 杜志勇, 王兴森, 黄华, 王科, 杨春柏. 河南董寨国家级自然保护区发冠卷尾的巢址选择. *动物学杂志*, 2006, 41(1): 69-73.
- [28] 梅宇, 马鸣, 胡宝文, Brinkhuizen D, Szekely T. 新疆北部白冠攀雀的巢与巢址选择. *动物学研究*, 2009, 30(5): 565-570.
- [29] 杜杨, 霍雅鹏, 万冬梅, 孙军, 吕永通, 曹君. 杂色山雀对人工巢箱内苔藓类巢材的选择. *动物学杂志*, 2010, 45(4): 144-149.

CONTENTS

The community structure of endophytic bacteria in different parts of huanglongbing-affected citrus plants	LIU Bo, ZHENG Xuefang, SUN Daguang, et al (7325)
A research on the response of the radial growth of <i>Pinus koraiensis</i> to future climate change in the XiaoXing'AnLing	YIN Hong, WANG Jing, LIU Hongbin, et al (7343)
Efficiency and kinetic process of nitrogen removal in a subsurface wastewater infiltration system (SWIS)	LI Haibo, LI Yinghua, SUN Tieheng, et al (7351)
Designing nature reserve systems based on ecosystem services in Hainan Island	XIAO Yi, CHEN Shengbin, ZHANG Lu, et al (7357)
Assessing ecological services value of herbivorous wild animals in Changtang grassland: a case study of Tibetan antelope	LU Chunxia, LIU Ming, FENG Yue, et al (7370)
Spatial characteristics analysis of ecological system service value in QianJiang City of Hubei Province	XU Beishen, ZHOU Yong, XU Li, et al (7379)
Landscape pattern change and its influence on soil carbon pool in Napahai wetland of Northwestern Yunnan	LI Ningyun, YUAN Hua, TIAN Kun, et al (7388)
Multi-scenarios analysis for wetlands ecosystem conservation based on connectivity: a case study on HuangHuaiHai Region, China ...	SONG Xiaolong, LI Xiaowen, ZHANG Mingxiang, et al (7397)
The potential of carbon sink in alpine meadow ecosystem on the Qinghai-Tibetan Plateau	HAN Daorui, CAO Guangmin, GUO Xiaowei, et al (7408)
The relations of spectrum reflectance with inhomogeneous factors and albedo parameterization ...	ZHANG Jie, ZHANG Qiang (7418)
Groundwater ecological sensitivity assessment in the lower Liaohe River Plain based on GIS technique	SUN Caizhi, YANG Lei, HU Dongling (7428)
Ecological sensitivity of Xiamen City to land use changes	HUANG Jing, CUI Shenghui, LI Fangyi, et al (7441)
Investigation and analysis on situation of ecotourism development in protected areas of China	ZHONG Linsheng, WANG Jing (7450)
Handicapping male-cheaters by stable mate relationship in yellow-bellied prinia, <i>Prinia flaviiventris</i>	CHU Fuyin, TANG Sixian, PAN Hujun, et al (7458)
Effects of dietary protein content and food restriction on the physiological characteristics of female <i>Microtus fortis</i>	ZHU Junxia, WANG Yong, ZHANG Meiwen, et al (7464)
Predator-prey system with positive effect for prey	QI Jun, SU Zhiyong (7471)
Volatile constituents of four moraceous host plants of <i>Apriona germari</i>	ZHANG Lin, WANG Baode, XU Zhichun (7479)
Relationship between adult emergence of <i>Massicus raddei</i> (Coleoptera: Cerambycidae) and temperature and relative humidity	YANG Zhongqi, WANG Xiaoyi, WANG Bao, et al (7486)
Nest site selection and reproductive success of <i>Parus varius</i> in man-made nest boxes	LI Le, WAN Dongmei, LIU He, et al (7492)
A study on bio-ecology of the stopover site of waders within China's Yalu River estuary wetlands	SONG Lun, YANG Guojun, LI Ai, et al (7500)
The spatial-temporal change variations of temperature in Xilinguole steppe zone	WANG Haimei, LI Zhenghai, WU Lan, et al (7511)
The growth and photosynthetic responses of <i>Cleyera japonica</i> Thunb. seedlings to UV-B radiation stress	LAN Chunjian, JIANG Hong, HUANG Meiling, et al (7516)
Photosynthesis-transpiration coupling mechanism of wheat and maize during daily variation	ZHAO Fenghua, WANG Qiufeng, WANG Jianlin, et al (7526)
Comparison of the methods using stable hydrogen and oxygen isotope to distinguish the water source of <i>Nitratia Tangutorum</i>	GONG Guoli, CHEN Hui, DUAN Deyu (7533)
Effects of cold weather on seedlings of three mangrove species planted in the Min River estuary during the 2010 winter	YONG Shiquan, TONG Chuan, ZHUANG Chenhui, et al (7542)
Correlation between ecological factors and ginsenosides	XIE Caixiang, SUO Fengmei, JIA Guanglin, et al (7551)
Effects of pyrene on low molecule weight organic compounds in the root exudates of ryegrass (<i>Lolium perenne</i> L.)	XIE Xiaomei, LIAO Min, YANG Jing (7564)
Isolation of phosphate solubilizing fungus (<i>Aspergillus niger</i>) from <i>Caragana</i> rhizosphere and its potential for phosphate solubili- zation	ZHANG Lizhen, FAN Jingjing, NIU Wei, et al (7571)
Effect of raindrop impact on nutrient losses under different near -surface soil hydraulic conditions on black soil slope	AN Juan, ZHENG Fenli, LI Guifang, et al (7579)
Emergy analysis of coal-fired power generation system and construction of new emergy indices	LOU Bo, XU Yi, LIN Zhenguan (7591)
Review and Monograph	
The impact of forest vegetation change on water yield in the subalpine region of southwestern China	ZHANG Yuandong, LIU Shirong, et al (7601)
Reviews on spatial pattern and sand-binding effect of patch vegetation in arid desert area	HU Guanglu, ZHAO Wenzhi, WANG Gang (7609)
Sustainable management on pests by agro-biodiversity	GAO Dong, HE Xiahong, ZHU Shusheng (7617)
Scientific Note	
Characteristics of organic carbon and nutrient content in five soil types in Honghu wetland ecosystems	LIU Gang, SHEN Shouyun, YAN Wende, et al (7625)
Effects of cypermethrin and deltamethrin on reproduction of <i>Brachionus calyciflorus</i>	HUANG Lin, LIU Changli, WEI Chuanbao, et al (7632)

《生态学报》2012 年征订启事

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

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

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

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

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

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

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 24 期 (2011 年 12 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 24 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		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元