

DOI: 10.5846/stxb201307301989

刘天天, 邓文洪. 北京地区同域分布的普通鵙和黑头鵙种群密度比较. 生态学报, 2015, 35(8): 2622-2627.

Liu T T, Deng W H. Comparison of population density in two sympatric nuthatch species. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(8): 2622-2627.

北京地区同域分布的普通鵙和黑头鵙种群密度比较

刘天天, 邓文洪*

生物多样性与生态工程教育部重点实验室, 北京师范大学生命科学院, 北京 100875

摘要: 2007 年 4 月至 7 月, 2007 年 12 月至 2008 年 1 月, 分别在北京市门头沟区小龙门森林公园、百花山自然保护区以及延庆县松山自然保护区, 对同域分布的普通鵙(*Sitta europaea*) 和黑头鵙(*Sitta villosa*) 两种同域分布的鵙类种群密度进行了调查。普通鵙在小龙门森林公园、百花山自然保护区和松山自然保护区的种群密度分别是 40.92、96.67 只/km² 和 16.67 只/km²。而黑头鵙在上述 3 个调查区域的种群密度分别是 2.03、16.67 只/km² 和 23.33 只/km²。普通鵙的总体平均密度(51.4 只/km²) 高于黑头鵙(20.68 只/km²)。两种鵙类分布的海拔和林型存在着差异。普通鵙在海拔高度 1070—1350 m 的分布比较多。在海拔段 1070—1250 m 区间, 普通鵙的数量随海拔高度的增加呈递增的趋势。而黑头鵙在海拔 600—800 m 分布较多, 随着海拔高度的增加, 种群数量呈递减趋势。普通鵙主要分布在阔叶林和针阔混交林中, 而黑头鵙主要分布在针叶林中。

关键词: 种群密度; 鵙类; 海拔; 林型

Comparison of population density in two sympatric nuthatch species

LIU Tiantian, DENG Wenhong*

Ministry of Education Key Laboratory for Biodiversity Sciences and Ecological Engineering, College of Life Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Abstract: The land-use in Beijing is of special concern, with large forests being clearfelled, or turned over to logged forest, road and agriculture. These land uses are associated with declines in bird species richness or abundance and there is particular concern for the second cavity-nesting birds. Information on species distribution, population density, and key areas for protection is critical for biodiversity conservation. In secondary-cavity nesters, competition for nest cavity poses an important selective force determining the rate of reproductive success and population dynamic. Eurasian Nuthatch (*Sitta europaea*) and Chinese Nuthatch (*Sitta villosa*) are all second cavity-nesting birds, sympatric throughout many of the mountainous regions of Beijing. The densities of sympatric Eurasian Nuthatch and Chinese Nuthatch were investigated in Xiaolongmen Forest Park, Baihuashan Natural Reserve and Songshan Natural Reserve in Beijing from April to July, 2007 and December, 2007 to January, 2008. The line transect method was used to estimate bird densities. Transects were about 1.5 km long and walked at a speed of 1.5 km/h, only in dry conditions and when wind speed was not a hindrance to bird detection or activity. Horizontal perpendicular distance from transect to bird was recorded. All bird surveys began at dawn, when bird activity is usually highest. Transects were repeated on a different day in the reverse direction to minimize bias attributed to route direction and bird activity and time of day. Bird records from the two walks along each transect were pooled to calculate densities using Distance v. 5.0. All data were right-truncated at 50 m to remove any outlying records, improve model fit and reduce the likelihood of a bird encounter being assigned to an incorrect habitat type. We used one-way ANOVA to test the differences of the density of birds between locations, elevations and forest types. The density of Eurasian

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(30670343, 31070381)

收稿日期: 2013-07-30; 网络出版日期: 2014-07-25

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: dengwh@bnu.edu.cn

Nuthatch was 40.92 individual/km² in Xiaolongmen Forest Park, 96.67 individual/km² in Baihuashan Natural Reserve, and 16.67 individual/km² in Songshan Natural Reserve, respectively. However, the density of Chinese Nuthatch was 2.03 individual/km² in Xiaolongmen Forest Park, 36.67 individual/km² in Baihuashan Natural Reserve, and 23.33 individual/km² in Songshan Natural Reserve, respectively. The mean density of Eurasian Nuthatch (51.42 individual/km²) was higher than that of Chinese Nuthatch (20.68 individual/km²). There were differences in elevations and forest types between distribution models of the two nuthatches. Eurasian Nuthatch distributed more frequently in 1070—1450 m elevation. The number of individuals increased with elevation increasing. However, Chinese Nuthatch distributed more frequently in 600—800 m elevation and the number of individuals decreased with elevation increasing. The results showed both Eurasian Nuthatch and Chinese Nuthatch had selectivity to forest types. The numbers of Eurasian Nuthatch in broadleaf forest is 34 percent of the total number and the number in the broadleaf conifer mixed forest accounts for 30 percent; The number in Chinese pine forest only accounts for 18 percent. However, Chinese Nuthatch mainly distributes in conifer forest. The number of Chinese Nuthatch in Chinese pine forest is 78 percent of the total number and in broadleaf-coniferous mixed forest accounts for 22 percent. Eurasian Nuthatch occurred more frequently in broad-leaf forests and broad-leaf and conifer mixed forests, but Chinese Nuthatch mainly distributed in conifer forests. Eurasian Nuthatches in Beijing had higher population density than Chinese Nuthatches, owing to more suitable habitats.

Key Words: population density; nuthatch; elevation; forest type

种群动态是种群生态学的核心问题,主要涉及种群数量、空间结构和密度调节机制。种群动态的研究中,种群数量调查是研究的基础和首先要解决的关键问题^[1]。鸟类的种群数量受到诸多因素的影响,除受到长期进化的自身生活史特征影响外,还受到气候、环境、食物等因素的影响^[2]。另外,物种间的竞争、捕食和寄生等因素也影响着鸟类的种群数量^[3]。同域分布的生态位相似的鸟类无疑会对资源产生竞争,这种竞争是种群数量发展的重要限制因素^[4],而摆脱或者弱化这种竞争和维持种群数量稳定的唯一途径是产生生态位分化^[5]。竞争对种群数量的限制作用往往与种群密度之间存在着正相关关系,即种群密度越高,竞争越趋于激烈^[6]。普通鹀和黑头鹀是同域分布、生态位相似的两种鸟类,调查两种鸟类的种群密度和分析数量分布模式对了解两种鸟类的种群动态变化趋势和理解竞争理论有所帮助。

普通鹀在中国分布有 4 个亚种,其中北京地区分布两个亚种(*S.e.amurensis* 和 *S.e.sinensis*)。黑头鹀是中国的特产鸟类,共有 2 个亚种(*S.v.villosa* 和 *S.v.bangsi*),均分布在中国,在北京地区分布的是指名亚种。普通鹀和黑头鹀均为有益的森林鸟类,大量捕食各类树干昆虫,在森林保护中很有意义,其中黑头鹀已经被列入世界濒危鸟类名录,属于低危种类^[7]。

国外对普通鹀的研究已经比较深入和广泛,其中包括行为活动的时间预算^[8]、领域质量的行为和生态相关性^[9]、隔离种群的种群统计学^[10]、栖息地破碎化与扩散行为^[11]、种群动态和繁殖生物学^[12-16]等方面的研究。而国内对该鸟的研究相对比较薄弱,早期的仅见繁殖和食性的研究^[17]和巢位选择的研究^[18]。近几年的有对普通鹀雏鸟的生长发育研究^[19],普通鹀的巢位选择和繁殖成功巢特征^[20],普通鹀贮食红松种子行为观察与分析^[21],而对种群密度变化及分布特征等方面未见报道,尤其对黑头鹀种群密度和生态习性等方面缺乏了解。本项工作的目的就是调查和分析两种鹀类在北京地区的种群密度特点及变化趋势,同时探讨同域分布、生态位相近的两个物种间产生的生态位分化。

1 研究地区概况与方法

1.1 研究区域自然概况

百花山自然保护区位于北京市门头沟区西部山区(N40°00'—40°05', E115°23'—115°30'),距市区约 100 km,南与河北省涞水县交界,西与河北省涿鹿县交接,属于太行山脉的余脉,总面积约为 21700 hm²。该区

域四季分明,昼夜温差大。夏季高温多雨,冬季寒冷干燥。秋、冬、春季节多受西北干冷空气影响,夏季受东南暖洋湿气流影响,降水量季节分配很不均匀。冬季历年平均降水量 8.85 mm,占全年降水量的 1.5%;在夏季历年平均降水量为 412.5 mm,占全年降水量的 75%。年蒸发量为 1077.3 mm,年均相对湿度 66%。小龙门年平均气温 7℃,年最低温度-25℃,最高温度 32℃。全年总日照时数为 2003.9 h,无霜期 170 d 左右^[22]。

主要植被类型为华北暖温带落叶次生林和人工林,针叶林主要由油松(*Pinus tabulaeformis*)林和华北落叶松(*Larix principis-ruppechtii*)组成。落叶阔叶林的主要树种为辽东栎(*Quercus liaotungensis*)、棘皮桦(*Betula dahurica*)、蒙椴(*Tilia mongolica*)、五角枫(*Acer mono*)、大叶白蜡(*Fraxinus rhynchophylla*)等。灌木主要有二色胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、三亚绣线菊(*Lespedeza bicolor*)、六道木(*Abejia biflora*)等。小龙门森林公园属于百花山自然保护区的实验区,该地区植被为典型的人工次生林。

松山自然保护区位于北京市西北部燕山山脉的军都山中(N40°29'—40°33', E115°43'—115°44'),距市区约 90 km,西、北分别与河北省怀来县和赤城县接壤,东、南分别与延庆县张山营镇佛峪口、水峪等村相邻,总面积约为 4660 hm²。松山保护区属暖温带大陆性季风气候区,年降水量 493 mm。林区的自然森林植被主要为以天然油松林为主的针叶林和针阔混交林、落叶阔叶次生林、高草草丛为主^[23]。

1.2 研究方法

2007 年 4 月至 7 月、2007 年 12 月至 2008 年 1 月,在小龙门自然保护区对普通鸭和黑头鸭的种群密度进行了初步调查研究。并且在 6 月份对门头沟百花山地区,以及 7 月份对延庆松山自然保护区也做了部分调查。以小龙门地区为主要研究地点,对研究区内的 12 条样线进行了调查。调查时,采用固定距离样线法进行调查^[24](表 1)。尽量满足下列条件:(1)调查人员尽可能不影响鸟类的自然分布状态;(2)样带内鸟类个体能被及时发现和鉴别;(3)鸟类个体到样线的距离被准确测量;(4)每次鸟类样线调查相互独立。记录觅食、停歇和逆向飞行的个体。目测鸟类个体到样线的距离,选择合适的参照点,用激光测距仪补充和校正。

按照研究区内的植被和地形特点随机布设样线,并且使其穿过各种植被类型。所布设样线包括了研究区内的几条主要的山沟,分别是南沟、鹰嘴峪、牛郎峪、煤窑峪、狗食槽和东、西松林峪。各条样线之间的距离都在 200 m 以上。鹰嘴峪 1 和鹰嘴峪 2 每条样线每个月份重复调查 2 次,其它 10 条样线每个月重复调查 3 次,行进速度为 1.5 km/h。时间均选取在鸟类比较活跃的时间段 6:00—9:00 和 16:30—18:00。样线距离法的计算公式如下: $D=N/2LW$,式中 D 代表鸟类种群密度(只/km²); N 表示鸟类总数量(只); L 表示样线总长度(km); W 表示单侧样线宽度(km)。样线调查过程中,记录每个个体出现的不同林型、海拔高度、种类、数量、栖落位置等。对小龙门森林公园内的 12 条样线共进行了 160 次调查,对百花山自然保护区内的 2 条样线进行了 8 次调查,对松山自然保护区内的 1 条样线进行了 3 次调查。

表 1 12 条样线分布和长度

Table 1 Distribution and length of 12 transect lines

编号 Code	地点 Transects location	长度/m Length	栖息地类型 Habitats types	编号 Code	地点 Transects location	长度/m Length	栖息地类型 Habitats types
1	南沟 1	1500	针阔混交林	7	东松林峪	950	落叶阔叶林
2	南沟 2	1500	落叶阔叶林	8	西松林峪	950	落叶阔叶林
3	南沟 3	1500	辽东栎林	9	牛郎峪	1200	针阔混交林
4	南沟 4	1500	落叶阔叶林	10	煤窑峪 1	1350	针阔混交林
5	鹰嘴峪 1	1500	针阔混交林	11	煤窑峪 2	1350	落叶松林
6	鹰嘴峪 2	1500	油松林	12	狗食槽	1200	落叶阔叶林

为了便于不同海拔之间鸭类密度的比较,由于小龙门森林公园调查区域的最低海拔为 1070 m,运用 GPS 和海拔表在小龙门森林公园将海拔分为 4 个等级:1070—1150 m、1150—1250 m、1250—1350 m、1350—1450 m。在百花山自然保护区和松山自然保护区分为 6 个海拔等级:600—700 m、700—801 m、800—1070 m、1150—1250 m、1250—1350 m、1350—1450 m。根据研究区域植被特征和所占比例,将林型分为辽东栎林、杂

木阔叶林、针阔混交林和油松林 4 种林型。

运用单因素方差分析 (One-way ANOVA) 对不同调查地点和不同海拔高度内普通鵙和黑头鵙的种群密度的差异性进行检验,运用单样本的 t 检验比较普通鵙和黑头鵙在不同林型中的密度差异和二者总体密度差异。所有数据的分析过程全部在 SPSS 18.0 软件中进行,如果 P 值小于 0.05,则认为差异性显著。

2 研究结果

小龙门森林公园各样线进行调查的次数统计分别为,2007 年 4 月份进行调查 16 次,记录到普通鵙数量为 37 只个体,黑头鵙为 1 只个体;5 月份进行 27 次调查,记录到普通鵙数量 99 只个体,黑头鵙为 3 只个体;6 月份进行 28 次调查,记录到普通鵙数量是 76 只个体,黑头鵙为 9 只个体;7 月份进行 12 次调查,普通鵙数量是 78 只个体,黑头鵙为 1 只个体;12 月份进行 38 次调查,普通鵙数量 94 只个体,黑头鵙为 6 只个体;2008 年 1 月份进行 39 次调查,普通鵙数量 86 只个体,黑头鵙为 3 只个体。6 月末在门头沟百花山自然保护区共进行 8 次调查,记录到普通鵙数量为 29 只个体,黑头鵙为 11 只个体;7 月份在延庆松山共进行 3 次调查,记录到普通鵙数量为 5 只个体,黑头鵙为 7 只个体。普通鵙和黑头鵙在不同地点、不同月份的密度情况见表 2。

表 2 北京地区普通鵙和黑头鵙的种群密度

Table 2 The population density of Eurasian Nuthatch and Chinese Nuthatch in Beijing

时间 Time	种群密度 Population density(只/km ² , Mean±SD, N=12)					
	普通鵙 (Eurasian Nuthatch)			黑头鵙 (Chinese Nuthatch)		
	小龙门	百花山	松山	小龙门	百花山	松山
2007 年 4 月	23.13±9.12			0.62±0.11		
2007 年 5 月	36.67±7.55			1.11±0.23		
2007 年 6 月	27.14 ±6.34	96.67±9.12		3.21±1.45	16.67±8.21	
2007 年 7 月	65.00±15.88		16.67±5.33	2.50±0.87		23.33±7.78
2007 年 12 月	49.60±16.13			3.16±1.06		
2008 年 1 月	43.99±7.56			1.53±0.99		

普通鵙和黑头鵙的种群密度在不同月份间具有显著差异(普通鵙: $t = 6.49$, $df=5$, $P = 0.001$;黑头鵙: $t = 4.53$, $df=5$, $P = 0.006$)。二者的平均密度在不同月份间差异显著($F_{1,10} = 37.66$, $P = 0.000$),普通鵙的平均密度高于黑头鵙的平均密度。小龙门森林公园、百花山自然保护区和松山自然保护区 3 个不同地点中普通鵙和黑头鵙的种群密度也存在着差异(普通鵙: $F_{2,5} = 7.51$, $P = 0.031$;黑头鵙: $F_{2,5} = 528.58$, $P = 0.000$)。普通鵙在百花山的种群密度最高,在松山的密度最低。黑头鵙在松山的种群密度最高,而在小龙门森林公园的种群密度最低。然而,将不同地点作为单一因素,对两种鵙类的种群密度进行单因素方差比较分析,并没有发现显著性差异($F_{1,4} = 2.33$, $P = 0.202$)。

在本次调查中,普通鵙多分布在海拔 1070—1350 m 之间,高于 1400 m,种群密度锐减,4 个海拔梯度之间种群密度差异极为显著($F_{3,20} = 16.88$, $P = 0.000$,图 1)。而黑头鵙主要分布在海拔 600—800 m 之间,在 801—1450 m 之间均有分布但数量较少($F_{5,20} = 7.88$, $P=0.003$,图 1)。将海拔作为单一因素,对两种鵙类的种群密度进行单因素方差比较分析,发现二者在不同海拔的密度差异显著($F_{1,8} = 10.25$, $P = 0.001$)。普通鵙主要分布在杂木阔叶林和针阔混交林中,而在油松林和落叶松林分布较少($t = 3.37$, $df=4$, $P = 0.028$,图 2),黑头鵙主要分布在油松林和针阔混交林中($t = 3.37$,

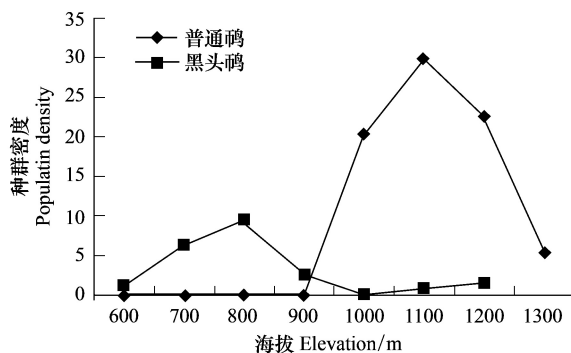


图 1 普通鵙和黑头鵙在不同海拔的密度

Fig.1 The density of Eurasian Nuthatch and Chinese Nuthatch in different elevation

$df=4$, $P=0.028$, 图 2), 而杂木阔叶林中分布较少。由于黑头鹇仅出现在油松林和针阔混交林中, 在杂木阔叶林和辽东栎林中的分布数量为 0, 因此, 运用小样本的 Mann-Whitney 非参数检验, 然而, 并没有发现普通鹇和黑头鹇在不同林型中的密度存在显著性差异 ($Z=-0.58$, $P=0.559$)。合并不同年份和不同调查地点的数据, 普通鹇在北京地区的平均密度为 51.42 只/ km^2 , 黑头鹇为 14.01 只/ km^2 , 普通鹇的种群密度远高于黑头鹇的种群密度。

3 讨论

本次调查的结果显示, 普通鹇在北京地区的平均密度为 51.42 只/ km^2 , 黑头鹇为 14.01 只/ km^2 。普通鹇的种群密度高于 2000 年发表的在东灵山的调查结果 (29.2 只/ km^2)^[25], 低于 2001 年发表的在小龙门森林公园的调查结果 (65.9 只/ km^2)^[26]。而本次调查黑头鹇的种群密度均高于 2000 年和 2001 年发表的调查结果 (分别为 6.7 只/ km^2 和 4.8 只/ km^2), 并且高出 2 倍多。说明近 10 年来, 普通鹇的种群数量在北京地区趋于稳定, 黑头鹇的种群数量有上升趋势。

造成这种调查结果的差异可能还有两个因素, 一是鸟类种群密度存在着显著的季节性变化。繁殖期后, 由于新生个体的加入导致种群密度上升, 以后随着一些个体的死亡而密度逐渐下降, 到来年繁殖季节开始时达到最低点^[25-26]。本次调查中, 两种鹇类的密度在繁殖季节后期呈上升的趋势, 达到了该年度的最高值。从繁殖后期 (6—8 月) 到冬季 (12—1 月), 种群密度呈逐渐下降的趋势, 数量逐渐回落到繁殖前的水平。2000 年发表的调查工作是在 3 月份进行的, 2001 年发表的工作是在 2 月份进行的, 属于鸟类种群密度的最低谷, 而本次调查结果为各月的平均值, 所以导致黑头鹇的种群密度较高。第二原因可能是在松山自然保护区调查样线重复次数过少 (松山 1 条样线调查 3 次), 而记录结果显示松山黑头鹇的种群密度在 3 个调查区域最高 (23.33 只/ km^2), 这样会提高平均种群密度, 样线重复次数过少也会使调查结果偏离真实数值。

Lack 认为^[27], 如果两种鸟类在同一区域的同一生境共同出现, 利用相似的巢型, 吃相同类型的食物, 那么它们就要相互竞争, 其中的一种必定会清除另外一种, 现在人们通常称之为竞争排除法则。根据该法则, 要消除或者减缓这种竞争的唯一途径是产生生态位分化^[28-30], 然而, 要明确的证明共存物种中存在生态位分化往往是很困难的。普通鹇和黑头鹇均为次级洞巢鸟, 显然会对洞巢资源产生竞争。此外, 普通鹇和黑头鹇的食性相近, 无疑增加了两种鹇类之间的竞争强度。本次的调查显示, 普通鹇多分布在海拔 1070—1350 m 之间, 而黑头鹇在海拔 600—800 m 之间种群密度最大。种群密度模式在海拔上的差异和分化, 从某种程度上弱化了二者的竞争。在同一海拔区域, 普通鹇在杂木阔叶林和针阔混交林中的密度最大, 黑头鹇在油松林和针阔混交林中的密度最大。这种栖息地类型的分化, 也能减弱二者之间的竞争。然而, 两种鹇类存在着共同的栖息地偏爱性, 即针阔混交林, 这使得本次研究的结果在解释生态位分化问题上遇到了困难和尴尬。普通鹇分布在杂木阔叶林中的比率为 30%, 分布在针阔混交林的比率为 34%; 黑头鹇分布在油松林的比率为 78%, 分布在针阔混交林的比率为 22%。在该地区的其他林型中都未见黑头鹇, 由此可见, 尽管统计学上没有显著性差异, 油松林是黑头鹇最主要的栖息地。

参考文献 (References):

- [1] Pulliam H R. Sources, sinks, and population regulation. *The American Naturalist*, 1988, 132(5): 652-661.
- [2] Puseenius J, Schmidt K A. The effects of habitat manipulation on population distribution and foraging behavior in meadow voles. *Oikos*, 2002, 98

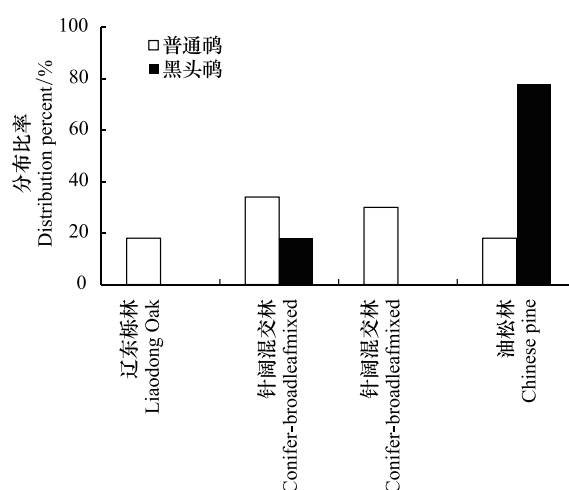


图 2 普通鹇和黑头鹇在不同林型中分布的比率

Fig. 2 The proportion of Eurasian Nuthatch and Chinese Nuthatch in different forest types

- (2): 251-262.
- [3] Rodenhouse N L, Sherry T W, Holmes R T. Site-dependent regulation of population size: a new synthesis. *Ecology*, 1997, 78(7): 2025-2042.
- [4] Schmidt K A, Dall S R X, Van Gils J A. The ecology of information: an overview on the ecological significance of making informed decisions. *Oikos*, 2010, 119(2): 304-316.
- [5] Abrams P. Variability in resource consumption rates and coexistence of competing species. *Theoretical Population Biology*, 1984, 25(1): 106-124.
- [6] Abrams P A. Limits to the similarity of competitors under hierarchical lottery competition. *The American Naturalist*, 1996, 148(1): 211-219.
- [7] BirdLife International. Saving Asia's threatened birds: A guide for government and civil society. Cambridge: BirdLife International and Dove Publications, 2003.
- [8] Matthysen E. Fledging dates of Nuthatches (*Sitta europaea*) in relation to age, territory and individual variation. *Bird Study*, 1989, 36: 134-140.
- [9] Matthysen E. Behavioral and ecological correlates of territory quality in the Eurasian Nuthatch (*Sitta europaea*). *Auk*, 1990, 107: 86-95.
- [10] González-O-Varo J P, López-Bao J V, Guitián J. Presence and abundance of Eurasian nuthatch *Sitta europaea* in relation to the size, isolation and the intensity of management of chestnut woodlands in the NW Iberian Peninsula. *Landscape Ecology*, 2008, 23: 79-89.
- [11] Matthysen E, Curie D. Habitat fragmentation reduces disperser success in juvenile nuthatches *Sitta europaea*: evidence from patterns of territory establishment. *Ecography*, 1996, 19(1): 67-72.
- [12] Nilsson S G. Limitation and regulation of population density in the nuthatch *Sitta europaea* (Aves) breeding in natural cavities. *Journal of Animal Ecology*, 1987, 56: 921-937.
- [13] Pravosudov V V. Breeding biology of the Eurasian Nuthatch in northeastern Siberia. *The Wilson Bulletin*, 1993, 105(3): 475-482.
- [14] Schmidt K H, Marz M, Matthysen E. Breeding success and laying date of Nuthatches *Sitta europaea* in relation to habitat, weather and breeding density. *Bird Study*, 1992, 39(1): 23-30.
- [15] Wesołowski T, Rowinski P. Breeding behaviour of Nuthatch *Sitta europaea* in relation to natural hole attributes in a primeval forest: Capsule Nuthatches used holes with strong walls, typically in live trees with entrances reduced by plastering, and 'oversized' interiors filled with bark flakes. *Bird Study*, 2004, 51(2): 143-155.
- [16] Matthysen E, Adriaesen F. Forest size and isolation have no effect on reproductive success of Eurasian Nuthatch (*Sittae uropaea*). *Auk*, 1998, 115(4): 955-963.
- [17] 高玮. 普通鵙的繁殖及食性的研究. *动物学杂志*, 1980, 15(4): 25-29.
- [18] 高玮. 普通鵙巢位选择的研究 // 高玮. 中国鸟类研究. 北京: 科学出版社, 1991: 135-138.
- [19] 易国栋, 杨志杰, 高玮, 刘宇. 普通鵙不同窝雏数雏鸟的生长发育. *东北师范大学学报: 自然科学版*, 2004, 36(4): 105-110.
- [20] 易国栋, 杨志杰, 王海涛, 刘宇. 普通鵙的巢址选择和繁殖成功巢特征. *动物学杂志*, 2004, 39(6): 23-26.
- [21] 邹红菲, 郑昕, 马建章, 宗诚, 吴庆明, 孙岩. 凉水自然保护区普通鵙贮食红松种子行为观察与分析. *东北林业大学学报*, 2005, 33(1): 68-70.
- [22] 毕中霖, 张正旺, 宋杰. 北京东灵山山区鸟类群落与栖息地环境关系的研究. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 2003, 39(5): 663-668.
- [23] 宋秀杰, 赵彤润. 松山自然保护区的生态评价. *环境科学*, 1997, 18(4): 76-79.
- [24] Eberhardt L L. Transect methods for population studies. *The Journal of Wildlife Management*, 1978, 42(1): 1-31.
- [25] Lehtikoinen A. Climate change, phenology and species detectability in a monitoring scheme. *Population Ecology*, 2013, 55(2): 315-323.
- [26] East M L, Perrins C M. The effect of nestboxes on breeding populations of birds in broadleaved temperate woodlands. *Ibis*, 1988, 130(3): 393-401.
- [27] Lack D. Ecological aspects of species-formation in passerine. *Ibis*, 1944, 86(3): 260-286.
- [28] Den Boer P J. The present status of the competitive exclusion principle. *Trend in Ecology and Evolution*, 1986, 1(1): 25-28.
- [29] Haski I. Coexistence of competition in patchy environment. *Ecology*, 1983, 64(3): 493-500.
- [30] Pulliam H R, Danielson B J. Sources, sinks, and habitat selection: A landscape perspective on population dynamics. *American Naturalist*, 1991, 137: 50-66.