

DOI: 10.5846/stxb202008062047

郭瑞萍, 吴庆明, 陈露, 拍依祖拉木·沙力瓦, 王鑫源, 胡建成, 侯佳音, 安凯滨. 龙凤保护区普通鸬鹚巢特征与巢址选择. 生态学报, 2023, 43(6): 2220-2227.

Guo R P, Wu Q M, Chen L, Payizulamu · S L W, Wang X Y, Hu J C, Hou J Y, An K B. Nests characteristics and nest-site selection of Common Cormorant in Longfeng Reserve, China. Acta Ecologica Sinica, 2023, 43(6): 2220-2227.

龙凤保护区普通鸬鹚巢特征与巢址选择

郭瑞萍¹, 吴庆明^{1,*}, 陈露^{1,2}, 拍依祖拉木·沙力瓦^{1,3}, 王鑫源¹, 胡建成¹, 侯佳音¹, 安凯滨⁴

1 东北林业大学野生动物与自然保护地学院, 哈尔滨 150040

2 辽宁省林业调查规划监测院, 沈阳 110122

3 新疆维吾尔自治区林业规划院, 乌鲁木齐 830049

4 扎龙保护区管护中心, 齐齐哈尔 161000

摘要:巢址选择作为鸟类繁殖的重要环节, 是动物生态学关注的热点问题。为探究中等体型湿地鸟类普通鸬鹚的巢址选择偏好及主要影响因子, 2019 年 4—10 月运用秩和检验、主成分分析等方法对黑龙江龙凤保护区内普通鸬鹚巢特征、巢址特征、巢址选择进行了分析。结果表明: (1) 普通鸬鹚偏好选择巢树乔木相对较矮 ($P<0.05$)、周围灌木相对较矮 ($P<0.01$)、植被盖度较低 ($P<0.01$)、人为干扰距离较远 ($P<0.01$)、距水面距离较远 ($P<0.05$) 的区域筑巢; (2) 影响普通鸬鹚巢址选择的因子为隐蔽因子 (20.634%)、巢稳定因子和干扰因子 (27.614%)、植被因子 (13.901%)、水因子 (5.782%) 和巢忠诚度 (5.069%)。进一步分析表明: (1) 普通鸬鹚倾向选择粗细适中的巢材, 巢材来源于优势植被, 巢深随纬度增高而增大; (2) 巢区植被特征符合普通鸬鹚对能量支配的权衡, 巢区粪便对该特征有强化作用。基于上述结果, 建议龙凤保护区在巢区内加种高大乔木。

关键词:巢特征; 巢址选择; 人为干扰和种内竞争; 普通鸬鹚; 龙凤保护区

Nests characteristics and nest-site selection of Common Cormorant in Longfeng Reserve, China

GUO Ruiping¹, WU Qingming^{1,*}, CHEN Lu^{1,2}, PAYIZULAMU · Shaliwa^{1,3}, WANG Xinyuan¹, HU Jiancheng¹, HOU Jiayin¹, AN Kaibin⁴

1 College of Wildlife and Protected Area, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China

2 Liaoning Forestry Survey Planning and Monitoring Institute, Shenyang 110122, China

3 Forestry Planning Institute of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830049, China

4 Protection and Management Center of Zhalong Nature Reserve, Qiqihaer 161000, China

Abstract: Nest site selection, as an important part of bird breeding, is a hot issue in animal ecology. In order to explore the nest site selection preference and the main influencing factors of Common Cormorant, a medium-sized wetland bird, we analyzed the nest characteristics, nest site characteristics and nest site selection of Common Cormorant in Longfeng Reserve of Heilongjiang Province from April to October in 2019 by Mann-Whitney U test and principal component analysis. The results showed that: (1) Common Cormorants preferred to nest in the areas where the trees were relatively short ($P<0.05$), surrounding shrubs were relatively short ($P<0.01$), vegetation coverage was low ($P<0.01$), the distance from human

基金项目:第三次新疆综合科学考察项目 (2021xjkk1200); 教育部中央高校基本科研业务费 (2572019BE04); 大学生创新计划项目 (201910225314)

收稿日期:2020-08-06; **网络出版日期:**2022-11-07

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: qingmingwu@126.com

disturbance was far ($P<0.01$), and the distance from water surface was far ($P<0.05$). (2) The influencing factors of nest site selection were concealment factor (20.634%), nest stability factor and disturbance factor (27.614%), vegetation factor (13.901%), water factor (5.782%) and nest loyalty factor (5.069%). Further analysis showed that: (1) The Common Cormorants tended to choose nest materials of moderate thickness, which came from dominant vegetation, and nest depth increased with increasing latitude. (2) The characteristics of Common Cormorants nest vegetation were consistent with the trade-offs of energy domination, and the feces in nest enhanced the characteristics. Based on above results, it is suggested that the tall trees should be planted in the nest area of Longfeng Reserve.

Key Words: nest characteristics; nest-site selection; human disturbance and intraspecific competition; Common Cormorant; Longfeng Reserve

巢址选择是筑巢鸟类繁殖的前提保障^[1]。巢生境质量是影响幼鸟成活率的重要因素,与繁殖率密切相关,还会进而影响鸟类的种群增长率和群体数量^[2-3]。鸟类巢址选择的影响因素包括筑巢植被状况、隐蔽条件、食物丰富度、捕食风险、气候等^[4]。通过对生境进行优化选择,鸟类可以将种内干扰、天敌捕食及不良因子的影响降到最低水平,以最小的亲本付出获得最大的繁殖成功率^[5]。研究巢址选择的目的在于揭示起主导作用的生态因子,从而了解鸟类对繁殖生境的需求,提高鸟类的繁殖成功率,为鸟类保护提供理论依据^[6-7]。

普通鸕鹚 (*Phalacrocorax carbo*) 属于鲑鸟目 (SULIFORMES) 鸕鹚科 (Phalacrocoracidae) 鸕鹚属 (*phalacrocorax*), 全球共 7 个亚种^[8], 国外在 20 世纪 90 年代在宏观方面对普通鸕鹚进行了系统的研究, 代表性研究方向有种群分布动态、对生态环境的作用和对环境污染的响应^[9-11]。近期国外关于普通鸕鹚的研究主要集中在发声行为、人类活动的影响、寄生虫病、对土壤生物的作用、摄食分布等领域^[12-17]。而关于普通鸕鹚的巢址选择, Janiszewski 等连续多年探究了波兰中部普通鸕鹚在群体中筑巢地点的权衡, 发现年长个体的巢位置更靠近巢区中心且密度更高, 巢区外围的亲鸟对雌性后代的投资偏多等^[18]; Mauro 等对意大利西北部同域分布的普通鸕鹚和苍鹭 (*Ardea cinerea*) 的巢址进行了研究, 发现普通鸕鹚有占用苍鹭旧巢的行为, 二者具有较强的种间竞争^[19]; Lee 等研究了韩国普通鸕鹚和鹭科鸟类巢址种间竞争, 发现普通鸕鹚有利用鹭科鸟类旧巢的概率, 且种间相互作用对巢址选择有影响^[20]。

普通鸕鹚是我国“三有”动物, 各省均有分布, 主要在东北地区和青海湖繁殖^[21]。国内对普通鸕鹚的研究较少, 最早见于青海和黑龙江两省普通鸕鹚恒温能力发育及繁殖习性的比较探究, 探索了两地鸕鹚的迁入、营巢和育雏等繁殖行为规律^[22-23]。之后的相关研究聚焦于普通鸕鹚迁徙越冬行为、全基因组微卫星分布、卵壳同位素、卵清溶菌酶浓度、生态系统中的营养级层次等方面^[24-28]。而在普通鸕鹚巢址选择方面, 仅有张树苗和梁兵宽对乌苏里江马圈岛普通鸕鹚的巢树选择进行的初探^[8,29], 发现普通鸕鹚筑巢树高于非筑巢树, 巢树周围草本较稀疏低矮, 且距人为干扰更远。

目前, 关于普通鸕鹚繁殖期巢址选择方面的研究较缺乏。本文以黑龙江龙凤湿地自然保护区 (简称龙凤保护区) 作为研究地, 对普通鸕鹚的巢特征、巢树特征及巢址选择进行了深入分析, 以期探讨城市湿地中型鸟类的繁殖生态学及对城市湿地鸟类保护的借鉴。

1 研究地概况

龙凤保护区位于黑龙江省大庆市, 距市中心南约 8 km, 地处松嫩平原, 由嫩江、乌裕尔河和双阳河冲击形成, 地势平坦开阔, 海拔 140.3—144.5 m, 经纬度为 125°7′—125°15′E, 46°28′—46°32′N, 总面积 5050 hm², 包括核心区 (2138 hm²)、缓冲区 (494 hm²) 和实验区 (2418 hm²), 是我国最大的城中湿地^[30-31]。龙凤保护区也是鸟类的重要栖息场所之一, 栖息鸟类以雁形目、鸕鹚目和鸕鹚目等湿地水禽为主, 也分布有少量的雀形目鸣禽和隼形目猛禽^[32], 代表性的鸟类有丹顶鹤 (*Grus japonensis*)、罗纹鸭 (*Anas falcata*)、青头潜鸭 (*Aythya baeri*)

等^[31]。龙凤保护区丰富的生物资源具有降解污染物、调解人居环境的功能,是维持城市生态系统不可或缺的一部分,对城市生态有较大影响。

2 研究方法

2.1 数据收集

龙凤保护区有一条用于管道填埋的人工堤带(125°20′73.09″—125°19′27.92″E, 46°48′18.46″—46°53′59.05″N), 上面种植了家榆(*Ulmus pumila* L.)、旱柳(*Salix matsudana* Koidz)等乔木,每年吸引一定数量的普通鸬鹚筑巢繁殖。2019年4—10月,对普通鸬鹚巢形状、巢位置、巢内外径长、巢内外径宽、巢高、巢深、巢处位、最近巢间距、分枝级数、分枝直径和长度、新旧、窝卵数等信息进行了收集。其中,最近巢间距代表普通鸬鹚种内竞争程度,巢所在分枝反映巢址稳固性,巢处位反映普通鸬鹚对巢址光照强度和稳定性的权衡,巢处位指巢位于乔木主干的方位即以角度和位置按东南西北中5个方向计。

在测量巢特征的同时,对巢树特征也进行了测量^[33]。用随机取样法,每5棵有巢树中选取一棵作为调查对象,并对巢树特征及周围环境特征进行测量和调查。同时,选取巢区内没有鸬鹚巢的乔木作为对照树,进行巢特征测量。乔木高度、乔木盖度、乔木胸径、乔木冠径、草本高度、草本盖度、灌木高度、灌木盖度、总盖度等生态因子反应了普通鸬鹚对巢树及周围环境的选择;距道路距离反映人为干扰强度;巢数代表同株巢树上巢的密集程度;距水面距离代表获取食物和水的便利程度。有巢乔木间距较近,故盖度指标测量方法为以所测乔木为圆心、半径2 m区域内的相应植被覆盖度。距水面距离指乔木到面积大于10 m²水面的距离。

2.2 数据处理

首先,使用Kolmogorov-Smirnov检验判定有巢乔木和无巢乔木特征数据是否符合正态分布,不符合正态分布的数据用Mann-Whitney U检验进行组间比较。使用卡方检验判别巢处位在巢树上东西南北中5个方向出现的概率是否相等。采用主成分分析探究普通鸬鹚巢址选择的主要影响因素,包括8个巢树因素和12个巢因素。使用相关性检验判断不同巢间距和距人为干扰距离的相关性。统计数据使用双尾检验,用平均值±标准误表示,显著性水平设置为 $\alpha=0.05$ 。所有数据计算在R上进行。

3 结果与分析

3.1 窝卵数及巢特征

研究期间,在龙凤保护区共测量普通鸬鹚巢249巢,窝卵数为1—5枚,4枚占比最大(47.40%),其次是5枚(17.92%),1—3枚卵的情况较少。

普通鸬鹚巢呈椭圆形,一部分为旧巢(15.306%),巢材为芦苇和树枝(100%),个别巢中夹带塑料片,巢材直径相差较大,平均为0.19—1.77 cm,最大的巢材直径达7.0 cm,最小的巢材直径仅约0.1 cm。

巢外径长为(49.87±1.26) cm,巢外径宽为(42.19±1.25) cm,巢内径长为(23.53±1.34) cm,巢内径宽(20.05±1.15) cm,巢深(2.55±0.18) cm,巢高(28.88±1.71) cm。

3.2 巢位特征

卡方检验表明:普通鸬鹚的巢位组成并不均匀($\chi^2=58.723$, $df=4$, $P=5.379\times10^{-12}$),而是按照巢位于巢树中间(39.732%)、南(18.750%)、西(16.694%)、东(13.839%)、北(10.714%)的顺序依次减少;普通鸬鹚营巢偏好巢树的一级分枝(47.66%)和二级分枝筑巢(43.40%),三级分枝较少(8.94%);巢位分枝直径约为(5.244±0.258) cm,分枝长度约为(1.742±0.114) cm;巢距地面高度约为(1.92±0.12) m,巢间距(67.22±7.92) cm。

3.3 巢树特征

普通鸬鹚的巢树偏好胸径为(15.00±1.24) cm、树高为(4.742±0.48) m的乔木。普通鸬鹚的巢树特征具有特异性(表1)。其中,乔木高度、灌木高度、灌木盖度、草本盖度、总盖度5个生态因子的选择倾向于偏小选

择,距道路距离(干扰距离)、距水面距离倾向于偏远选择,而乔木冠径、乔木胸径、乔木盖度、草本高度 4 个环境因子的选择不存在特异性。可见,普通鸬鹚的巢树选择具有非随机性,偏好选择巢树乔木相对较矮($P<0.05$)、周围灌木相对较矮($P<0.01$)、植被盖度较低($P<0.01$)、人为干扰距离较远($P<0.01$)、距水面距离较远($P<0.05$)的区域筑巢。

表 1 有巢乔木和无巢乔木特征值
Table 1 Characteristic values of trees with and without nests

生境因子 Habitat factors	均值 Mean		P
	营巢乔木 Trees with nests	对照乔木 Trees without nests	
树高 Height/m	4.742±0.482	5.739±0.706	2.974×10 ⁻³ *
冠径 Crown diameter/cm	4.375±0.330	4.319±0.563	9.392×10 ⁻¹
胸径 Diameter at breast height/cm	15.000±1.237	16.033±4.493	7.680×10 ⁻¹
距水面距离 Distance to the nearest water surface/m	20.940±3.161	13.044±3.018	2.104×10 ⁻² *
乔木盖度 Arbor coverage/%	55.497±4.609	61.915±8.265	1.467×10 ⁻¹
灌木盖度 Shrub coverage/%	0.849±0.673	7.041±4.490	2.400×10 ⁻⁵ **
灌木高度 Shrub height/m	0.106±0.080	0.412±0.210	8.646×10 ⁻⁵ **
草本盖度 Herb coverage/%	19.101±3.754	26.020±7.496	3.273×10 ⁻² *
草本高度 Herb height/m	0.941±0.137	0.919±0.241	5.987×10 ⁻¹
总盖度 Total coverage/%	74.050±4.785	92.449±6.524	6.071×10 ⁻⁷ **
人为干扰距离 Distance from human disturbance/km	1.524±0.046	0.697±0.166	2.220×10 ⁻¹⁶ **

* : $P<0.05$, * * : $P<0.01$

3.4 巢址环境特征

将巢位于乔木的西、南、中、东、北五个方位依次赋值 4、3、2.5、2、1。普通鸬鹚有利用旧巢的习惯,将旧巢赋值为 1,新巢赋值为 0。主成分分析结果显示,前 8 个主成分的特征值大于 1,累计贡献率达 72.998%,说明前 8 个主成分能解释所有 20 个环境参数的信息量,提取前 8 个主成分并计算它们与原始变量的因子转载矩阵。

旋转后因子成分矩阵表明(表 2),第一主成分中,巢盖度和乔木盖度的相关系数明显较高,巢盖度反映了巢隐蔽性,乔木盖度反映了外界发现巢的难易程度,两个因素共同代表了巢址隐蔽性,概括为隐蔽因子。第二主成分中,分枝直径和分枝长度两个因子相关系数较高,巢所在的分枝多为一级分枝和二级分枝,该处分枝直径和长度较大,体现了普通鸬鹚对巢址稳固性的要求,将两个巢所在分枝特征概括为巢稳定因子。第三主成分中,距人为干扰距离和巢处位两个因子相关系数较高,前者概括为干扰因子。巢处位和巢址稳定程度有关,位于乔木树干中央的巢稳定性强于位于乔木枝干边缘的巢,处于乔木重心边缘的巢受到单向风影响易失去平衡,故将巢处位归为巢稳定因子。第四、五主成分系数较高的因子为草本高度、草本盖度、灌木高度和灌木盖度,反映了巢址周围植被生长状况,概括为植被因子。第六主成分中分枝级数相关系数最高,普通鸬鹚巢多位于乔木的一级和二级分枝,巢址分枝级数越低,支撑巢的分枝直径也就越大,巢越稳固,故将第六主成分也概括为巢稳定因子。第七主成分中距水面距离相关系数较高,反应了普通鸬鹚繁殖期间对水的需求,巢址距水面越近,获取水资源越容易,命名为水源因子。第八主成分中,是否利用旧巢这一影响因子相关系数最高,反映了巢址选择过程中对旧巢的重复利用偏好,代表普通鸬鹚选择巢址时对旧巢的忠诚度。

龙凤保护区普通鸬鹚巢址选择的主要影响因子依次为隐蔽因子、巢稳定因子、干扰因子、植被因子、水源因子和对巢忠诚度。普通鸬鹚偏好在隐蔽性适中(20.634%)、巢稳定性好且距人为干扰源较远(27.614%)、乔木周围植被稀疏(13.901%)、距水面较远(5.782%)的巢址筑巢,同时一定程度上忠于旧巢筑巢(5.069%)。

3.5 人为干扰和种内竞争

Mann-Whitney U 差异显著性检验结果显示:普通鸬鹚的巢间距与人为活动区距离呈反比(图 1),距人为干扰区越近(0.843—1.125 km),巢间距越大(图 2),为(90.145±9.905) cm。反之距人为干扰区越远(1.86—

2.17 km)则巢间距越小,为(51.654±15.044) cm。种内巢间距反映出种内竞争,相关性检验结果显示,干扰距离和最近巢间距呈显著负相关($r=-0.331, P<0.001$)。

表 2 普通鸬鹚巢址环境特征的主成分分析

环境特征 Environmental characteristic	主成分 The principal components							
	1	2	3	4	5	6	7	8
特征值 Eigenvalue	4.127	2.271	2.043	1.455	1.325	1.208	1.156	1.014
贡献率 Contribution rate	0.206	0.114	0.102	0.073	0.066	0.060	0.058	0.051
累计贡献率 Cumulative contribution rate	0.206	0.320	0.422	0.495	0.561	0.621	0.679	0.723
新/旧 Old or new	0.051	0.009	-0.070	-0.043	-0.098	-0.064	-0.02	-0.851
巢处位 Location	0.025	0.227	0.702	0.149	-0.020	-0.06	0.003	0.295
盖度 Nest coverage	0.869	-0.103	-0.072	-0.206	0.019	-0.099	-0.013	0
最近巢间距 Nearest nest distance	-0.057	0.047	-0.618	-0.059	-0.094	0.168	0.197	0.339
巢距地 Distance from the ground	0.121	-0.061	-0.115	-0.213	0.013	-0.199	-0.191	0.314
分枝级数 Branch series	-0.015	-0.04	0.012	0.037	0.072	0.842	-0.103	0.041
分枝直径 Diameter of branch	0.021	0.667	-0.106	0.018	0.143	0.059	0.109	-0.009
分枝长度 Length of branch	-0.144	0.671	0.228	-0.035	0.001	-0.296	-0.257	0.007
树高 Tree height	-0.697	0.321	-0.385	-0.058	-0.051	0.031	-0.08	0.132
冠径 Crown diameter	-0.251	0.562	-0.160	-0.193	0.042	0.533	-0.026	-0.057
胸径 Diameter at breast height	-0.522	0.518	-0.251	0.013	0.095	0.325	-0.166	0.082
巢数 The number of nest	-0.211	0.452	0.02	-0.231	0.078	0.363	0.48	-0.222
距水面距离 Distance from the tree to the nearest water surface	0.031	-0.089	-0.042	0.148	-0.013	-0.172	0.864	0.019
乔木盖度 Arbor coverage	0.933	0.044	-0.104	0.132	0.012	0.02	-0.071	0.077
灌木盖度 Shrub coverage	0.079	0.112	0.089	0.005	0.866	0.104	0.099	0.064
灌木高度 Shrub height	0.012	0.076	-0.083	0.061	0.884	-0.005	-0.095	0.036
草本盖度 Herb coverage	-0.009	-0.074	-0.043	0.921	0.029	-0.102	0.036	-0.104
草本高度 Herb height	0.21	-0.018	0.371	0.725	0.046	0.127	0.118	0.139
总盖度 Total coverage	0.812	0.021	-0.097	0.508	0.133	-0.014	-0.033	0.030
人为干扰距离 Distance from human disturbance	-0.152	-0.368	0.737	-0.01	-0.076	0.169	0.104	-0.007

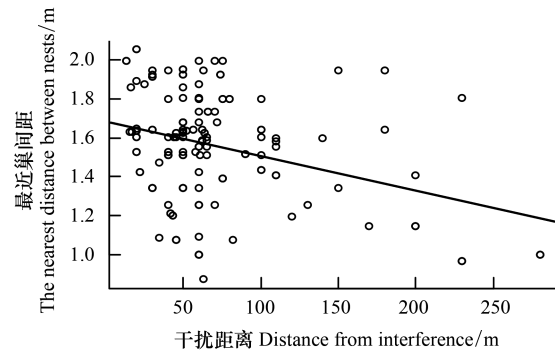


图 1 干扰距离和最近巢间距的相关性判断

Fig.1 Correlation judgment between disturbance distance and nearest nest spacing

图中散点表示干扰距离和巢间距的对应值,折线表示拟合的线性关系

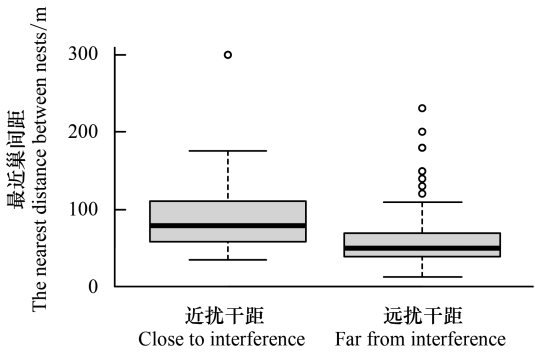


图 2 不同人为干扰距离下巢间距比较

Fig.2 Comparison of nest spacing under different human interference distances

散点表示离散程度较大的值

4 讨论

4.1 普通鸬鹚的巢及巢材

本研究中普通鸬鹚的(2.545±0.183) cm 巢深和(28.878±1.707cm)巢高均明显小于黑龙江三江国家级自

然保护区(简称三江保护区)乌苏里江马圈岛的(12.8 ± 3.65) cm 巢深和(62.8 ± 12.7) cm 巢高^[8],龙凤保护区的巢更薄更浅。从地理位置上看,马圈岛巢区所处纬度较高,普通鸬鹚繁殖期间气温较低。更厚更深的巢保暖性能更佳,减少了亲鸟用于卵温的能量输出。普通鸬鹚巢深随纬度增加的特性,与苍鹭巢深随纬度增大而增加的繁殖特征一致^[33—34]。

巢材方面,本研究中普通鸬鹚使用芦苇根茎筑巢,巢材直径 0.19—1.77 cm。三江保护区繁殖的普通鸬鹚使用区域内的优势植被柳树枝作为筑巢材料,柳枝直径(1.07 ± 0.03) cm。不同繁殖地普通鸬鹚的巢材均偏好于区域内的优势植被,形状上倾向选择粗细适中的巢材,与前期张树苗等的推测一致^[35]。

4.2 普通鸬鹚的营巢基质

很多鸟类在选择巢址时,都会根据具体的生态环境做出适应性的改变,从而造成不同地理种群巢址基质资源上的差异^[36],龙凤保护区和三江保护区的普通鸬鹚将巢建于乔木上,青海湖普通鸬鹚的巢址多选在湖中孤岛及湖边悬崖上突出的岩石及凹陷处,黑龙江扎龙国家级自然保护区的普通鸬鹚则将巢建于水塘边的芦苇丛中^[22]。可见普通鸬鹚对营巢平台能表现出一定的适应性,能够因地制宜。

选择合适的巢树是抵抗不良气候因素和躲避捕食的关键,适宜的巢高和结实的乔木,能够为鸟巢抵抗强风提供稳定的庇护所^[36]。三江保护区普通鸬鹚筑巢柳树高度高于非筑巢柳树^[29],而龙凤保护区的普通鸬鹚巢树高度却低于非筑巢树,差异性检验显示巢树树高和巢距地无线性关系。实地调查发现:龙凤保护区巢区内许多乔木已枯死,枯枝掉落导致巢树分枝少,普通鸬鹚无法将巢建在高处,因而选择将巢建于一级分枝上。这是造成两地巢树特征不一致的主要原因。另一方面也反映了龙凤保护区种植的人工树已经不能满足普通鸬鹚的筑巢需求,需要补充有活力的高大乔木。

4.3 普通鸬鹚的巢址环境特征

巢址选择的过程存在鸟类对能量支配的权衡,大多数动物都倾向于选择使繁殖成功率最大化和存活代价最小化的营巢生境^[37]。白腰文鸟(*Lonchura striata*)的巢偏好与食物、水资源获取难易程度相关,可节省寻找食物和水源消耗的能量,将更多的能量用于繁殖,提高繁殖成功率^[38]。黑翅椋鸟(*Sturnus nigricollis*)和喜鹊(*Pica pica*)选择将巢筑在和地面具有一定距离的高处如树干或电线杆,既保证安全又便于获取食物^[39]。

相比对照组,普通鸬鹚巢树周围植被较为低矮稀疏。普通鸬鹚觅食地距巢址很近,选择巢树周围植被稀疏的巢址,是为了方便获取食物,减少往返巢址的能量支出。适中的植被盖度也给体型较大的普通鸬鹚足够的降落空间,也方便在巢树之间穿行,与鹭科鸟类巢址选择偏好一致^[40—41]。草本覆盖度较低的巢址有利于提早发现入侵者^[42],普通鸬鹚巢址草本盖度较低,可以及时发现枕纹锦蛇(*Elaphe dione*)等来自地面的天敌,降低繁殖失败的风险^[31]。

普通鸬鹚粪便的长时间累积会使巢址环境土壤的酸性增加^[13],不利于周围草本和灌木生长,使巢址周围植被盖度持续降低,使得巢区和非巢区植被特征差异更加明显,这种差异更利于普通鸬鹚的繁殖活动,鹭科鸟类也有类似的环境偏好^[43]。

食物、隐蔽物和水源是野生动物生境选择的三大要素^[44]。巢捕食是鸟类繁殖失败的首要因素^[45]。合适的隐蔽度使亲鸟既能随时观察捕食者,也能获得较好的光照条件。对于鸳鸯(*Aix galericulata*)^[6]、绿头鸭(*Anas platyrhynchos*)^[46]等鸟类,植被结构是巢址选择的首要影响因子,为躲避天敌倾向于选择郁闭度较高的巢址。隐蔽因子是普通鸬鹚巢址选择的首要影响因子,与白尾鹳(*Circus cyaneus*)等猛禽对幼鸟的捕食有关。

研究表明,上一季亲鸟繁殖成功率是影响巢址忠诚度的重要因素,繁殖成功的个体对旧巢的忠诚度更高^[47]。调查发现,该地普通鸬鹚会在旧巢基础上添加巢材重复利用,与三江保护区马圈岛上普通鸬鹚繁殖习性相似^[40]。利用旧巢一方面可以节省筑巢的能量消耗,另一方面旧巢一定程度上也代表了更高质量的繁殖资源,有利于提高繁殖成功率。普通鸬鹚在旧巢上添补巢材继续利用的习性简化了筑巢环节,亲鸟可以将更多的繁殖精力用于孵化和育雏。竞争等级强的普通鸬鹚个体更容易占据旧巢,而年轻缺乏经验的个体会在强大的竞争压力下扩散到其他区域,开辟新的巢址。

4.4 人为干扰与种内竞争的影响

研究显示,2009—2012 年间,随着人为扰动的加剧,龙凤保护区的鸟类种类由 16 目 33 科 142 种减少到 13 目 20 科 46 种^[48],生物多样性的骤减说明了人为扰动对龙凤保护区鸟类的影响更偏向于负面。在同一地区筑巢的鸟类会优先选择综合权衡下最优的巢址,然后再占用不适宜的巢址^[49]。在优质生境中种群密度较大,种内竞争往往更激烈,导致巢间距离变小^[34]。普通鸬鹚巢址距人为干扰越远、巢间距离越小的现象表明:龙凤保护区,普通鸬鹚倾向于选择远离人为干扰区的巢址,但合适的巢址有限,种内竞争有所加剧。同时,人类活动的衍生物成为普通鸬鹚巢材的组成,普通鸬鹚会使用人类活动的废弃物作为巢材,调查期间发现多个巢中夹杂塑料片。

参考文献 (References):

- [1] 童玉平,徐峰,李欣芸,杨维康. 白尾地鸦的巢址选择. 动物学杂志, 2018, 53(5): 790-796.
- [2] 刘利,张乐,司万童,苗春林,邢忠翔,刘伟红,刘晓光. 包头南海子湿地普通燕鸥巢址选择研究. 湿地科学, 2015, 13(4): 472-477.
- [3] 张雷,张海旺,王娟,张丽,程亚婷,万冬梅. 东北地区北红尾鸬巢址选择及繁殖成效. 生态学报, 2020, 40(1): 70-76.
- [4] 邹红菲,高忠斯,吴庆明,黄华智,李全亮,陶蕊,杨宇博. 应用资源选择函数研究丹顶鹤的巢址选择. 野生动物学报, 2018, 39(3): 566-572.
- [5] 李殿伟,赵文阁,刘鹏,于东,陈辉. 黑龙江省东部山地白腹蓝姬鹀繁殖行为初步研究. 黑龙江畜牧兽医, 2017(13): 229-233.
- [6] 由玉岩,卢雁平,曹亚妮,杜洋,王伟,刘学锋,贾婷,曹长雷,张金国. 城市公园鸳鸯巢址选择及对繁殖参数的影响. 东北师大学报: 自然科学版, 2017, 49(4): 109-113.
- [7] Nickley B, Bulluck L P. Spanning the habitat gradient: red-headed woodpecker nest-site selection in three distinct cover types. Forest Ecology and Management, 2019, 444: 115-126.
- [8] 张树苗. 乌苏里江普通鸬鹚 (*Phalacrocorax carbo*) 繁殖生态的研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2005.
- [9] Schogolev I V. Fluctuations and trends in breeding populations of colonial waterbirds in the dnestr delta, Ukraine, black sea. Colonial Waterbirds, 1996, 19: 91.
- [10] Ishida A. Changes of soil properties in the colonies of the common cormorant, *Phalacrocorax carbo*. Journal of Forest Research, 1996, 1(1): 31-35.
- [11] Guruge K S, Tanabe S, Fukuda M, Yamagishi S, Tatsukawa R. Accumulation pattern of persistent organochlorine residues in common cormorants (*Phalacrocorax carbo*) from Japan. Marine Pollution Bulletin, 1997, 34(3): 186-193. [http://dx.doi.org/10.1016/S0025-326X\(96\)00087-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0025-326X(96)00087-2)
- [12] Mäkelin S, Wahlberg M, Osiecka A N, Hermans C, Balsby T J S. Vocal behaviour of the Great Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* during the breeding season. Bird Study, 2021, 68(2): 211-219.
- [13] Tavares D C, Moura J F, Merico A. Anthropogenic debris accumulated in nests of seabirds in an uninhabited island in West Africa. Biological Conservation, 2019, 236: 586-592.
- [14] Leitinger J P, Richter S. The chewing lice (Phthiraptera: Ischnocera, Amblycera) of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo*). Parasitology International, 2018, 67(4): 528-532.
- [15] Lehel J, Grúz A, Barthá A, Pintér I, Lénárt Z, Major L, Menyhart L, Szabó R, Budai P. Comparison of metal burden in different muscle tissues of Great cormorant (*Phalacrocorax carbo*). Environmental Science and Pollution Research, 2022, 29(2): 2375-2384.
- [16] Korobushkin D I, Saifutdinov R A. Influence of seabird colonies on soil macrofauna communities at the black sea coast forests. Russian Journal of Ecology, 2019, 50(6): 567-573.
- [17] Farinós-Celdrán P, Robledano-Aymerich F, Palazón-Ferrando J A. Stable isotope analysis reveals the feeding distribution of wintering Great cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* along a marine-continental Mediterranean gradient. Estuarine. Coastal and Shelf Science, 2019, 216: 157-164.
- [18] Janiszewski T, Minias P, Lesner B, Kaczmarek K. Age effects on reproductive success, nest-site location, and offspring condition in the Great Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis*. Journal of Ornithology, 2017, 158(1): 193-202.
- [19] Giammarino M, Quatto P, Renna M. Impacts of Great Cormorant and Cattle Egret Nesting on Other Waterbirds in a Shared Breeding Site in Piedmont (NW Italy). Acta Ornithologica, 2021, 56(1): 39-50.
- [20] Lee H J, Yi J H, Sung H C. Change in nest site and population size of great cormorants (*Phalacrocorax carbo*) in relation to different Ardeidae species in inland breeding sites in Korea. Journal of Ecology and Environment, 2019, 43(1): 1-7.
- [21] 陈明艳,赵雪冰,王紫江. 云南弥勒发现戴环的普通鸬鹚 *Phalacrocorax carbo*. 林业调查规划, 2008, 33(2): 33.
- [22] 张同作,傅深展,苏建平. 青海湖鸬鹚繁殖习性的初步观察. 动物学杂志, 2003, 38(6): 91-93.

- [23] 柳劲松, 王俊森, 费殿金, 杨春江, 徐德, 韩兆义. 鸬鹚繁殖习性和恒温能力发育的初步研究. 野生动物, 1994, 15(5): 19-21.
- [24] 桑莉莉. 崇明东滩堤内次生人工湿地越冬水鸟的行为模式[D]. 上海: 华东师范大学, 2009.
- [25] 黄杰, 刘磊, 杨波, 杨承忠. 普通鸬鹚基因组微卫星分布规律研究. 野生动物学报, 2020, 41(1): 108-114.
- [26] 李继荣, 杨乐, 曹建, 王文娟, 李来兴. 青藏高原 3 种常见鸟类卵壳膜稳定碳、氮同位素组成特征. 四川动物, 2015, 34(5): 683-687, 694.
- [27] 曹建, 王稳, 李继荣, 杨芳, 王雪莲, 郑思思, 李来兴. 普通鸬鹚鸟卵溶菌酶与巢密度及卵顺序和新城疫病毒母源抗体关系. 动物学杂志, 2016, 51(2): 310-318.
- [28] 杨月琴, 易现峰, 李宁. 利用稳定同位素技术分析青海湖优势水鸟的营养级结构. 动物学研究, 2009, 30(4): 418-422.
- [29] 梁兵宽, 张树苗, 吴建平. 三江自然保护区普通鸬鹚繁殖期对筑巢树的选择. 东北林业大学学报, 2008, 36(1): 61-62, 68.
- [30] 徐太海, 梁彦涛, 秦姝冕. 龙凤湿地生态系统特征及保护措施. 绿色科技, 2014(8): 1-2, 5.
- [31] 齐刚, 曹文钟, 王卫东. 大庆龙凤湿地野生动物资源调查研究. 环境科学与管理, 2006, 31(1): 89-90.
- [32] 吴庆明. 黑龙江龙凤湿地自然保护区白化小鹏鹳的发现. 安徽农业科学, 2014, 42(18): 5888-5889.
- [33] 赵闪闪, 褚一凡, 姜小玉, 于飞, 靳同霞, 马剑敏. 河南新乡黄河湿地鸟类国家级自然保护区苍鹭巢特征与巢址选择. 四川动物, 2018, 37(3): 317-323.
- [34] 李俊楼. 苍鹭 *Ardea cinerea* 的繁殖生态及环境适应性研究[D]. 新乡: 河南师范大学, 2019.
- [35] 张树苗, 梁兵宽, 吴建平, 李晓民, 李冰. 三江国家级自然保护区普通鸬鹚巢的初步研究. 林业调查规划, 2006, 31(4): 64-67.
- [36] 刘彬, 许鹏, 薛丹丹, 安玉亭, 鲁长虎. 盐城滨海海堤林中黑尾蜡嘴雀和黑卷尾的巢址选择与生态位. 生态学杂志, 2020, 39(1): 186-193.
- [37] 赵亮, 张晓爱. 角百灵和小云雀的巢址选择与竞争共存. 动物学研究, 2004, 25(3): 198-204.
- [38] 邵明勤, 徐宁, 吴娟, 陈斌. 江西省白腰文鸟巢址选择. 江西师范大学学报: 自然科学版, 2016, 40(5): 542-544, 550.
- [39] 李阳林, 郭志锋, 徐陈华, 张宇, 植毅进, 邵明勤. 架空输电线路杆塔黑领棕鸟和喜鹊的巢址选择. 江西师范大学学报: 自然科学版, 2018, 42(6): 578-581.
- [40] 刘利, 刘晓光, 张乐, 苗春林, 孙艳. 内蒙古库布齐沙漠苍鹭巢址选择研究. 干旱区资源与环境, 2015, 29(5): 144-148.
- [41] 罗祖奎, 李扬, 潘娟, 李性苑. 乔木林生境中白鹭巢址选择. 焦作师范高等专科学校学报, 2019, 35(1): 60-65.
- [42] 王龙祥, 隋金玲, 马强. 赤腹鹰巢址选择和繁殖成效的影响因子分析. 林业科学, 2020, 56(2): 116-122.
- [43] 谭飞, 吴秋城, 林英华, 方柏州, 周冬良, 张明海. 福建漳江口红树林鹭科鸟类巢址选择. 动物学杂志, 2013, 48(2): 212-219.
- [44] 吴庆明, 邹红菲. 扎龙湿地白枕鹤孵化期觅食生境选择. 应用生态学报, 2009, 20(7): 1716-1722.
- [45] 郭松凯. 强脚树莺 (*Horornis fortipes*) 的繁殖生态[D]. 海口: 海南师范大学, 2019.
- [46] 范培莉, 宋成祺, 李成绪, 王猛, 郑硕, 张裕坦, 齐艳萍, 陈雪龙, 王洪海, 王亚飞, 王海霞. 大庆龙凤湿地绿头鸭巢址选择. 生态学杂志, 2017, 36(8): 2232-2236.
- [47] 沈莉. 大山雀二次繁殖巢址选择对策[D]. 长春: 东北师范大学, 2020.
- [48] 徐长君, 秦姝冕, 殷亚杰, 李国富. 扰动因子对龙凤湿地鸟类影响的研究. 中国农学通报, 2013, 29(26): 190-194.
- [49] 施丽敏, 刘迺发, 丁未, 赵青山, 房峰杰, 包新康. 荒漠伯劳巢址选择和繁殖成功. 动物学杂志, 2012, 47(6): 7-13.