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

刘 彬[1,2] 许 鹏[1] 薛丹丹[2] 安玉亭[2] 鲁长虎[1*]

([1]南京林业大学生物与环境学院, 南京 210037; [2]江苏省大丰麋鹿国家级自然保护区管理处, 江苏盐城 224136)

摘 要 繁殖期鸟类的巢址选择受到很多因素的影响。许多雀形目鸟类选择在树上营巢,但开阔的沿海地区通常缺乏成片的自然林地,人工种植的廊道状海堤林则成为多种雀形目鸟类的营巢地。2018年4—8月在江苏省大丰麋鹿国家级自然保护区境内的海堤林中,对繁殖鸟类巢的分布及两种优势繁殖鸟类——黑尾蜡嘴雀(*Eophona migratoria*)和黑卷尾(*Dicrurus macrocercus*)的巢址选择进行了研究,分析了两种鸟类的生态位重叠情况。结果表明:海堤林生境中共发现10种繁殖鸟的127个巢,鸟巢多数位于5 m以上的空间;影响黑尾蜡嘴雀巢址选择的主要因素是巢树和灌木等,巢位置、乔木和安全等因素是次要因素(前5主分量累计贡献率为71.9%);影响黑卷尾巢址选择的主要是巢树因素和灌木因素,巢向、乔木因子是次要因素(前5主分量累计贡献率78.0%);在巢址生态位分化上:两种鸟类的巢向(U_{test}, $Z=-3.013$, $P<0.01$)、巢高(U_{test}, $Z=-6.718$, $P<0.01$)、巢位置(U_{test}, $Z=-5.402$, $P<0.01$)、隐蔽性(U_{test}, $Z=-4.081$, $P<0.01$)选择上存在极显著的差异,两者在这些因子存在生态位分化;两种鸟类在12个巢址因子选择上的生态位重叠值都较大(最小值为0.500,最大值为0.998),存在激烈的种间竞争;在滨海地区,海堤林是依赖树木筑巢繁殖鸟类的重要栖息地,需要加强保护与管理。

关键词 雀形目鸟类; 分布特征; 海堤林; 生态位宽度; 生态位重叠

Nest site selection and niche differentiation of *Eophona migratoria* and *Dicrurus macrocercus* in Yancheng coastal seawall forest. LIU Bin[1,2], XU Peng[1], XUE Dan-dan[2], AN Yu-ting[2], LU Chang-hu[1*] ([1]*College of Biology and the Environment*, *Nanjing Forestry University*, *Nanjing* 210037, *China*; [2]*Jiangsu Dafeng Milu National Nature Reserve*, *Yancheng* 224136, *Jiangsu*, *China*).

Abstract: Nest site selection of birds during reproductive period is affected by many factors. Many kinds of passerines nest on the tree. Due to the lack of natural woodland in open coastal areas, the artificially planted seawall forests could provide essential nesting grounds for many passerine birds. In this study, nest distribution and nest site selection of two dominant breeding species (*Eophona migratoria* and *Dicrurus macrocercus*) were studied in seawall forest near Jiangsu Dafeng Milu National Nature Reserve from April to August 2018. A total of 127 nests belonging to 10 species were recorded, with the height of the most nests being above 5 m. The results of principal component analysis (PCA) showed that the main factors affecting nest site selection of *E. migratoria* were the traits of nested tree and shrub, and the secondary affecting factors were nest location, number of tree and safety (the cumulative contribution rate of the first five principal components was 71.9%). Similarly, traits of nest tree and shrub were the main factors affecting the nest selection of *D. macrocercus*, while nest direction and number of trees were the secondary factors (the cumulative contribution rate of the first five principal components was 78.0%). With the niche differentiation of nest sites, significant differences were detected in nest direction factor

江苏省高校优势学科建设工程项目(RAPD)资助。
收稿日期: 2019-06-05 接受日期: 2019-10-18
*通讯作者 E-mail: luchanghu@njfu.com.cn

(U_{test}, $Z=-3.013$, $P<0.01$), nest height factor (U_{test}, $Z=-6.718$, $P<0.01$), nest location factor (U_{test}, $Z=-5.402$, $P<0.01$), and concealment factor (U_{test}, $Z=-4.081$, $P<0.01$). The niche overlap values of the two species were large (from 0.500 to 0.998) in most factors of nest site selection, indicating strong interspecific competition between them.

Key words: passerine; distribution character; seawall forest; niche breadth; niche overlap.

在鸟类的生活史当中,繁殖是保证鸟类种群延续的重要行为,而鸟类对巢址的选择是其繁殖阶段最重要的适应策略,更是影响繁殖成效的关键因素之一(Martin,1993;Kolbe *et al.*,2002)。鸟类通过选择合适的营巢地点,来躲避捕食者的威胁、减少同种鸟类的竞争,从而将负面因子的影响降到最低。鸟类巢址选择受多种因素的影响,巢周围的非生物环境如气候、光照、风等因素和巢周围植被状况,可以直接影响鸟巢对捕食者的抵御能力,减少或者增加鸟卵暴露在外部恶劣环境的几率(Petersen,1990;Brawn *et al.*,2011);同时巢址微生境对鸟类巢址选择也有影响,如巢隐蔽度或距水源、干扰因素距离等(Clark *et al.*,1999;李东来等,2015);还受到种内或者种间的相互干扰作用,育雏期食物资源的丰富程度以及天敌的捕食压力等多种因素的影响(Hansell,2000;黄秋丽等,2015)。在资源相对匮乏的斑块化生境中,适应生境的缺失和破碎化对鸟类繁殖的影响尤为重要,体现在巢址选择过程中(Stephens *et al.*,2004)。

沿海地区地形平坦,缺少自然林地。海堤林为典型人工林,一般沿海堤公路栽植,随林龄增长而形成条带状的林地,这对依赖林地生境繁殖的鸟类十分重要。江苏盐城沿海有广阔的滩涂,历史上随滩涂淤积而不断地修筑海堤,并沿海堤造林。江苏海岸带的防护林,大致呈南北走向。盐城沿海海堤林树种较为单一,主要为刺槐(*Robinia pseudoacacia*),另有少量的加拿大杨(*Populus canadensis*)和水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)。海堤林一侧为开阔的沿海滩涂,另一侧为养殖塘、农田等生境,周围缺乏其他典型的林带,可视为一种破碎化的生境。近年来观察发现,盐城沿海的海堤林是很多林栖鸟类迁徙的重要通道,如鹟类和莺类,同时也是许多雀形目鸟类的重要繁殖场所(刘彬等,2018)。

雀形目鸟类巢址选择研究是鸟类繁殖生物学的热点之一(Jiang *et al.*,2017;Guan *et al.*,2018)。黑尾蜡嘴雀(*Eophona migratoria*)和黑卷尾(*Dicrurus macrocercus*)是我国南方地区常见的繁殖鸟,其繁殖生态学均有报道。学者先后对村庄、农田生境和城市公园生境的黑卷尾繁殖习性、领域行为进行研究,也对繁殖期黑卷尾的食物组成进行了报道,分析不同地区不同生境条件下黑卷尾的繁殖特征(卢欣,1989;Asokan *et al.*,2009;唐中海等,2011);对黑尾蜡嘴雀的研究主要包括繁殖生态及繁殖期声行为(张克勤等,2008;杨承忠等,2009)。在狭长的海堤林等人工林内,雀形目鸟类的繁殖生物学研究很少,黑尾蜡嘴雀、黑卷尾的巢址选择等繁殖生态学研究也是未见报道。

盐城滨海海堤林是沿海地区典型的条带状人工林带,生境类型特殊。在这一林带内繁殖的鸟类有多种,本研究以在海堤林内繁殖的两种优势鸟种——黑尾蜡嘴雀和黑卷尾为对象,调查它们的巢址选择特征及影响因素;分析两种鸟类巢址生态位上的重叠情况及分化特征,研究结果对了解海堤林生境雀形目鸟类繁殖现状及海堤林的科学管理有重要意义。

1　研究地区与研究方法

1.1　研究区概况

研究地位于江苏盐城大丰麋鹿国家级自然保护区(32°59′N—33°03′N,120°47′E—120°53′E)境内的海堤林。保护区属典型沿海滩涂湿地类型,地处亚热带向暖温带的过渡地带,气候特点为海洋和季风气候的过渡类型。冬季受大陆季风影响,干旱少雨,低温霜冻;夏季受海洋季风影响,高温,多风,降雨丰富。常年平均气温 14.1 ℃,年降水量 1068 mm,降雨多集中在 6—9 月。保护区地势开阔,河道纵横,生境类型包括潮间带、盐渍草滩、人工林地等,其中以潮间带和盐渍草滩分布面积最大,主要分布在保护区的第三核心区内,生长植被有互花米草(*Spartina alterniflora*)、碱蓬(*Suaeda glauca*)、芦苇(*Phragmites communis*)和白茅(*Imperata cylindrica*)等。

研究样地位于麋鹿保护区第三核心区的东川海堤路段,长约 8 km,修筑于 20 世纪 90 年代。海堤公路宽度 7 m,高出水平面 2 m 左右。海堤林栽植

于 20 世纪 90 年代,乔木主要为刺槐,还有少量加拿大杨和女贞(*Ligustrum lucidum*),乔木高度 9~15 m;灌木层包括构树(*Broussonetia papyrifera*)、苦楝(*Melia azedarach*)幼苗和蔷薇(*Rosa multiflora*)等,灌木层高度 2~4 m;草本层主要包括白茅、葎草(*Humulus scandens*)、乌蔹梅(*Cayratia japonica*)和野艾蒿(*Artemisia lavandulifolia*)等。海堤路沿海堤公路两侧分布,林带单侧宽约 20 m,研究期内海堤路两侧的乔木树冠层几乎合拢,其向海一侧为互花米草潮间带,向陆一侧为养殖塘、农田等生境。

在研究期间,经过海堤林的迁徙鸟类主要有白腹姬鹟(*Cyanoptila cyanomelana*)、北灰鹟(*Muscicapa dauurica*)和乌鹟(*Muscicapa sibirica*)等鹟类以及黄眉柳莺(*Phylloscopus inornatus*)、极北柳莺(*Phylloscopus borealis*)和淡脚柳莺(*Phylloscopus tenellipes*)等莺类。繁殖期在海堤林常见的鸟类有喜鹊(*Pica pica*)、红尾伯劳(*Lanius cristatus*)、黑尾蜡嘴雀、黑卷尾和山斑鸠(*Streptopelia orientalis*)等。

1.2 研究方法

野外工作在 2018 年 4 月至 8 月鸟类繁殖季节进行,沿着长度约 8 km 的海堤林进行搜索,观察到亲鸟筑巢行为或找到已完成的鸟巢后,确定营巢鸟种。以营巢巢树为中心,取 5 m×5 m 为样方,测量样方内以下变量:

(1)巢树高:用激光测距仪测量,单位为 m。

(2)巢向:分 2 个方向,海堤林东侧靠近海的一侧,为迎风向,记录为 1,海堤林西侧为远离海的一侧,为避风向,记录为 2。

(3)巢高:巢距离地面的高度,用激光测距仪测量,单位为 m

(4)胸径:用直尺测量,单位为 cm

(5)巢位基底:巢营造于主干处记录为 1;巢营造于侧枝上记录为 2。

(6)距开阔地距离:巢距离林缘外空地的距离,用激光测距仪测量,单位为 m。

(7)隐蔽度:在巢周围 8 个不同方向观察鸟巢,如果 8 个方向均看不到,定义为 8 级,7 个方向看不到,则记录为 7 级,以此推之,0 级为各个方向均能看到鸟巢。

(8)乔木数量:样方内胸径大于 4 cm 的乔木株数,单位为株。

(9)乔木盖度:乔木树冠在地面投影面积占样方面积的比例,以百分比表示。

(10)灌木数量:样方内胸径小于 4 cm 的乔木、灌木株数,单位为株。

(11)灌木盖度:灌木树冠在地面投影面积占样方面积的比例,以百分比表示。

(12)草本盖度:样方内草本植物在地面投影面积占样方面积的比例,以百分比表示。

1.3 数据分析

(1)生态位宽度采用 Levins 指数,计算公式为:

$$B_{ik} = 1/(s\sum_{k=1}^{s} P_{ik}^2)$$

$$P_{ik} = N_{ik}/Y_i$$

式中:B_{ik}为种 i 在资源 k 的生态位宽度,文中 B_{EM}为黑尾蜡嘴雀的生态位宽度,B_{DM}为黑卷尾的生态位宽度;N_{ik}为物种 i 利用资源 k 的巢数,Y_i为种 i 的总营巢数,P_{ik}为种 i 利用资源 k 的比例,s 为资源位数量。

(2)生态位重叠采用 Pianka 指数,计算公式为:

$$O_{ij} = \sum_{k=1}^{s}(P_{ik}P_{jk})/\sqrt{\sum_{k=1}^{s}(P_{ik}^2)\sum_{k=1}^{s}(P_{jk}^2)}$$

式中:O_{ij}为生态位重叠指数,$O_{ij}=O_{ji}$

(3)数据统计:用 SPSS for Windows 21.0 对数据进行统计和分析:采用主成分分析(PCA)分别对 2 种雀形目鸟类巢址样方的 12 个变量进行分析,找出影响鸟类巢址选择的主要因子;

对黑尾蜡嘴雀和黑卷尾的巢址变量数据进行 K-S 正态分布检验,结果都不符合正态分布。用非参 Mann-Whitney U 检验,对上述 2 种鸟的 12 个巢址变量进行两两比较,分析 2 种鸟在不同巢址因子上的差异。统计差异显著水平为 $P=0.05$,极显著水平为 $P=0.01$。数据采用平均数±标准差(Mean±SD)表示。

2 结果与分析

2.1 海堤林内巢分布特征

在研究地内共发现 127 个鸟巢,确定为 10 种繁殖鸟类:其中黑卷尾和黑尾蜡嘴雀的营巢数量最多,分别为 41 和 40 个,其次为红尾伯劳、乌鸫(*Turdus merula*)、棕头鸦雀(*Paradoxornis webbianus*)、喜鹊和白头鹎(*Pycnonotus sinensis*),营巢数量分别为 12、7、7、6 和 5 个,纯色山鹪莺(*Prinia inornata*)、山斑鸠和小鸦鹃(*Centropus bengalensis*)的营巢数量较少,分别为 4、3 和 2 个。

在空间垂直分布上,海堤林内营巢高度在 5 m 以

上的鸟巢数量达 107 个,占总巢数的 84%;在 2~4 m 高度,鸟巢数量为 9 个,占总巢数的 7%;在 2 m 以下高度,鸟巢数量为 11 个,占总巢数的 9%(图 1)。可见海堤林内鸟类营巢高度主要在 5 m 以上的空间。

海堤林内,鸟类营巢所利用的植物种类有刺槐、女贞、白茅、芦苇、乌柏(*Sapium sebiferum*)5 种。以刺槐树上营巢数量最多,为 107 个,其次为白茅、女贞和芦苇,分别为 8、5、3 个,在乌柏上营巢数量最少,为 2 个(图 1)。可见,海堤林内鸟类主要利用刺槐作为营巢的植物。

海堤林 127 个鸟巢之间最小距离为 1.5 m,为在同一棵树上的两个鸟巢,最远距离 7.2 km,样地内鸟巢密度达到 338 个 · km^{-2}。

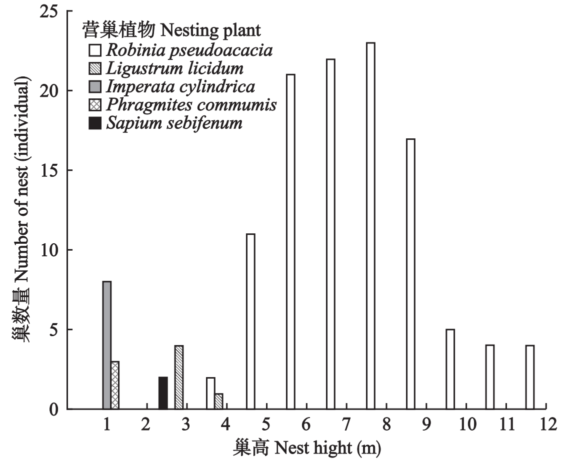

图 1　海堤林内不同高度和植物种类营巢数量
Fig.1　Number of nests in different heights and plants in Yancheng seawall forest

2.2　影响巢址选择的主要生态因子

为确定影响巢址选择的主要因子,分别对营巢数量最多的两种鸟类——黑尾蜡嘴雀和黑卷尾的 12 个巢变量进行主成分分析,结果如下(表 1):

黑尾蜡嘴雀:巢址特征值大于 1 的主分量共有 5 个,这 5 个主分量累计贡献率达到 71.9%,说明这 5 个主成分可以较好地反映黑尾蜡嘴雀巢址选择的特征。其中,第一主成分载荷系数绝对值较大的有巢树高(特征值 0.757,下同)、巢树胸径(0.587)、隐蔽度(-0.583)等,因此第一主成分代表巢树因子;第二主成分载荷系数绝对值较大的有灌木数量(特征值0.659)、灌木盖度(0.666),因此第二主成分代表灌木因子;第三主成分载荷系数绝对值较大的有巢位基底(0.698),代表巢位置因子;第四主成分载荷系数绝对值较大的有巢向(0.529)、乔木数量(0.535)、乔木盖度(0.528)等,代表乔木因子;第五主成分载荷系数绝对值较大的为隐蔽度,因此代表安全因子。

黑卷尾:巢址特征值大于 1 的主分量共有 5 个,这 5 个主分量累计贡献率达到 78.0%,说明这 5 个主成分可以较好地反映黑卷尾巢址选择的特征。其中,第一主成分载荷系数绝对值较大的有巢树高(特征值0.783,下同)、巢树胸径(0.715)、巢高

表 1　黑卷尾和黑尾蜡嘴雀巢址选择参数特征向量的转置矩阵
Table 1　Rotated component matrix for nest-site selection of *Eophona migratoria* and *Dicrurus macrocercus* in Yancheng seawall forest

变量 Variable	主成分(黑尾蜡嘴雀) Principal component (*Eophona migratoria*)					主成分(黑卷尾) Principal component (*Dicrurus macrocercus*)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
巢向 Nest direction	0.233	-0.301	0.468	**0.529** *	-0.265	-0.190	-0.280	0.725	0.187	-0.197
巢树高(m) Height of nest tree	**0.757** *	0.289	-0.152	0.181	-0.190	**0.783** *	0.231	0.263	0.262	0.243
巢高(m) Nest height	0.489	0.061	-0.326	-0.037	0.420	0.701	0.142	0.183	0.247	0.481
巢树胸径(cm) DBH	**0.587** *	0.349	-0.017	0.211	0.185	**0.715** *	0.047	-0.052	0.018	-0.341
巢位基底 Nest base	0.073	0.173	**0.698** *	-0.150	-0.316	0.452	0.443	-0.120	0.061	0.359
距开阔地距离(m) Distance to open ground	-0.208	-0.646	-0.349	0.144	-0.137	0.509	0.314	-0.503	0.206	-0.396
隐蔽度 Concealment	-0.583	-0.252	-0.020	0.352	**0.522** *	-0.162	0.026	0.442	0.679	-0.224
乔木数量(株) Number of trees	0.030	-0.443	0.446	**0.535** *	0.207	0.236	0.235	0.546	-0.651	-0.002
乔木盖度(%) Canopy of trees	0.442	-0.039	-0.423	0.528	-0.165	0.606	0.302	0.287	-0.310	-0.331
灌木数量(株) Number of shrubs	-0.514	**0.659** *	-0.198	0.402	-0.158	0.306	**-0.895** *	-0.022	0.016	0.191
灌木盖度(%) Canopy of shrubs	-0.580	**0.666** *	-0.097	0.296	-0.184	0.449	**-0.814** *	-0.061	-0.161	0.111
草本盖度(%) Canopy of grasses	0.136	0.578	0.407	0.066	0.511	-0.657	0.492	0.069	-0.048	0.343
特征值 Eigenvalue	2.414	2.220	1.551	1.344	1.098	3.291	2.301	1.483	1.221	1.058
贡献率(%) Percent	20.119	18.498	12.922	11.200	9.150	27.428	19.176	12.362	10.176	8.814
累积贡献率(%)Cumulative percent	20.119	38.618	51.540	62.739	71.890	27.428	46.604	58.966	69.142	77.956

* $P<0.01$.

(0.701),因此第一主成分代表巢树因子;第二主成分载荷系数绝对值较大的有灌木数量(特征值-0.895)、灌木盖度(-0.814),因此第二主成分代表灌木因子;第三主成分载荷系数绝对值较大的有巢向(0.725),代表巢向因子;第四主成分载荷系数绝对值较大的有隐蔽度(0.679)、乔木数量(-0.651)等,代表乔木因子。

因此,影响黑尾蜡嘴雀巢址选择的主要因子是巢树和灌木等,巢位基底、乔木和安全等因素是次要因子;影响黑卷尾巢址选择的主要是巢树和灌木因子,巢向、乔木因子是次要因素。

2.3 两种鸟类巢址选择的分化

对黑尾蜡嘴雀、黑卷尾的12个巢址因子进行比较,结果显示(表2):在巢向因素中,两种鸟类的选择存在极显著的差异(U_{test}, $Z=-3.013$, $P<0.01$),黑尾蜡嘴雀更多的选择海堤西侧避风向筑巢;在巢高因子中,两种鸟的选择差异极显著(U_{test}, $Z=-6.718$, $P<0.01$),黑卷尾筑巢的高度明显大于黑尾蜡嘴雀;在巢位基底选择中,黑尾蜡嘴雀更倾向于选择靠近树干的位置筑巢(U_{test}, $Z=-5.402$, $P<0.01$);在隐蔽度因子中,黑尾蜡嘴雀巢的隐蔽性要明显大于黑卷尾的巢(U_{test}, $Z=-4.081$, $P<0.01$)。

表2 黑尾蜡嘴雀、黑卷尾巢址样方参数比较

Table 2 Comparison of nest site variables between *Eophona migratoria* and *Dicrurus macrocercus*

变量 Variable	黑尾蜡嘴雀 *Eophona migratoria* ($n=40$)	黑卷尾 *Dicrurus macrocercus* ($n=41$)	z	P
巢向 Nest direction	1.6±0.5	1.2±0.4	−3.013	0.003**
巢树高(m) Height of nest tree	10.7±1.4	11.1±1.9	−1.075	0.282
巢高(m) Nest height	6.1±1.0	9.4±2.0	−6.718	0.000**
巢树胸径(cm) DBH	5.7±1.1	5.7±1.3	−0.142	0.887
巢位基底 Nest base	1.4±0.5	2.0±0.3	−5.402	0.000**
距开阔地距离(m) Distance to open ground	12.4±6.0	11.9±4.3	0.014	0.989
隐蔽度 Concealment	5.3±1.5	3.7±1.6	−4.081	0.000**
乔木数量(株) Number of trees	4.5±1.5	4.9±1.6	−1.177	0.239
乔木盖度(%) Canopy of trees	66.3±20.3	72.7±17.6	−1.415	0.157
灌木数量(株) Number of shrubs	1.0±2.0	0.9±2.2	−0.457	0.648
灌木盖度(%) Canopy of shrubs	4.7±8.0	5.1±12.4	−0.360	0.718
草本盖度(%) Canopy of grasses	84.6±11.1	81.8±20.4	−0.342	0.732

Mann-Whitney U test, ** $P<0.01$.

2.4 巢生态位宽度和重叠

在盐城沿海海堤林内营巢的黑尾蜡嘴雀、黑卷尾,其巢生态位宽度存在一定的差异:黑尾蜡嘴雀在巢向、巢位置、灌木数量等10个巢址变量上的生态宽度值较大,而黑卷尾则在12个巢址变量上都有较大的生态位宽度值,这说明黑卷尾在巢址选择的适应性上比黑尾蜡嘴雀要强。

进一步分析表明,黑尾蜡嘴雀在巢树高、巢高等变量上的生态位宽度较小,表明其在营巢高度上具有选择性,研究发现其巢全部位于8 m以下的高度;而在8 m以上的高度,黑卷尾营巢的数量则占66%。

生态位重叠数值大小反映鸟类对资源利用的相似程度,数值越大说明鸟类种间对资源的利用程度越相似,种间竞争越强:两种鸟类在12个巢址变量上生态位重叠值较大(最小值:0.500,最大值0.998),说明它们在巢址选择上对资源的利用程度相似性较高,存在激烈的种间竞争。

两种鸟类在灌木数量和灌木盖度这2个巢址变量的生态位重叠值最大(0.998),说明黑尾蜡嘴雀和黑卷尾在对灌木资源的利用方式及其相似,竞争最为激烈,反过来也说明灌木资源在盐城沿海海堤林中是较为稀缺的资源之一。

表3 黑尾蜡嘴雀、黑卷尾巢生态位宽度、生态位重叠

Table 3 Niche breadth and overlap of the two kinds of species

变量 Variable	B_{EM}	B_{DM}	O_{ij}
巢向 Nest direction	0.978	0.792	**0.813**
巢树高(m) Height of nest tree	0.276	0.610	0.533
巢高(m) Nest height	0.276	0.538	**0.500**
巢树胸径(cm) DBH	0.610	0.652	0.997
巢位基底 Nest base	0.917	0.578	**0.542**
距开阔地距离(m) Distance to open ground	0.725	0.623	0.993
隐蔽度 Concealment	0.655	0.698	**0.799**
乔木数量(株) Number of trees	0.700	0.742	0.991
乔木盖度(%) Canopy of trees	0.823	0.684	0.939
灌木数量(株) Number of shrubs	0.917	0.882	0.998
灌木盖度(%) Canopy of shrubs	0.917	0.882	0.998
草本盖度(%) Canopy of grasses	0.652	0.627	0.952

注:B_{EM}为黑尾蜡嘴雀的生态位宽度,B_{DM}为黑卷尾的生态位宽度。O_{ij}为黑尾蜡嘴雀和黑卷尾在某资源上的种间竞争系数。

Note: B_{EM}: Niche breadth of *Eophona migratoria*, B_{DM}: Niche breadth of *Dicrurus macrocercus*. O_{ij}: Niche overlap index.

3 讨　论

3.1　海堤林巢址分布特征

栖息地内的植被结构影响鸟类的巢址选择,如植物物种多样性,林木的水平和垂直层次复杂性等因素(杨维康等,2000)。盐城滨海海堤林生境狭长,植被种类较为单一,营巢资源相对匮乏,但利用海堤林作为繁殖地的鸟类种类较多。本次调查结果表明,在盐城海堤林内,在树冠层营巢的鸟类种类和营巢数量最多,巢分布相对集中,鸟巢密度明显较高,7 种鸟巢位于刺槐树上,而灌木层和草本层营巢的鸟类种类、营巢数量较少,分别有 1 种和 2 种,这与海堤林植被生境特征密切相关:盐城沿海海堤林为人工林,植物物种多样性低,植被垂直空间层次单一,尤其灌木层较为缺乏,盖度较低,而草本层则缺乏适宜鸟类筑巢的种类,因此鸟类多选择在高大、树冠盖度较大的树冠层营巢繁殖。

本研究中黑卷尾和黑尾蜡嘴雀的巢全部营造于高大乔木的树冠层,这与山西、吉林、四川等地的研究结果相同(张建军,2001;唐中海等,2011)。盐城海堤林巢址分布的另一特点是,在同一季节的狭窄人工林带中,有大量的鸟类在不同的植被层繁殖筑巢,其中黑卷尾和黑尾蜡嘴雀的巢密度显著高于其他地区的研究结果(张建军,2001;张克勤等,2008)。不同地理分布的黑卷尾和黑尾蜡嘴雀在巢址选择特征上,具有一定的相似性。

3.2　影响营巢的主要环境因子

巢对鸟类种群的延续具有重要的意义,适宜的营巢环境能够提高鸟类的存活和繁殖成功率(Clarke *et al.*,2001)。不同的巢址因子对鸟类的作用和影响各不相同,分析其中最主要的影响因子,是巢址选择研究的关键。

主成分分析表明,影响盐城海堤林黑尾蜡嘴雀和黑卷尾营巢的主要因子包括巢树因子、灌木因子和乔木因子。对于利用树冠层营巢繁殖的鸟类来说,选择合适的巢树是抵抗不良气候因素和躲避捕食的关键,尤其是在抵抗强风过程中,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,因此林带中心位置,是黑尾蜡嘴雀和黑卷尾优先选择的营巢区域。灌木在盐城沿海海堤林内比较匮乏,而灌木层能够为鸟类提供较多的食物,尤其是一些昆虫,占据较多的灌木层能够保证鸟类有充足的食物;较多的乔木能够为鸟类的巢提供隐蔽的环境,从而降低捕食的风险。

3.3　巢址生态位的分化

当某种资源有限的时候,鸟类可以通过特征替代(Chesson,2000)、生境选择、捕食策略、形态差异等方式来避免生态位重叠(Valen,1965)。生态位宽度值高的因子越多,鸟类可利用资源就越多,适应能力就越强,反之,生态位宽度值小的因子越多,则鸟类可利用的生态因子越专一,分布区域越窄,对环境变化越敏感(Hanane,2015;Hanane *et al.*,2017)。尤其是处于同一生境内资源较为紧张且对资源的利用方式相近的物种之间必然产生种间竞争,而生境内的不同物种要共存就必须在某些生态位上有分化(张大勇等,1997)。不同资源利用方式的生态位分化是同域物种共存的基础(Tilman,1982;张晶等,2018)。

在营巢时间上,黑尾蜡嘴雀较早地(4 月上旬)来到研究地并表现出求偶行为,4 月下旬即开始筑巢繁殖,繁殖期一般延续到 7 月下旬;而黑卷尾则较晚(5 月上旬)到达研究地,之后开始求偶交配筑巢繁殖,此时多数黑尾蜡嘴雀在孵化阶段,黑卷尾繁殖期持续到 8 月初。黑尾蜡嘴雀和黑卷尾在营巢的时序上存在一定的生态位分化。

在巢址因子选择上:在巢向因子选择上,两者存在极显著差异。黑尾蜡嘴雀较多选择在海堤西侧避风向筑巢,而黑卷尾则选择在海堤东侧迎风向筑巢,因为黑尾蜡嘴雀较早地到达研究地内,优先选择了优质资源——避风向巢树,而黑卷尾则被迫选择资源较差的迎风向巢树。在巢高和巢位因子选择上,两者也存在极显著差异。黑尾蜡嘴雀选择 8 m 以下位置营巢,营巢高度低于张克勤等(2008)的研究结果。因为海堤林内乔木的平均高度较其他地区低,黑尾蜡嘴雀的巢多位于靠近树干的位置,树冠中下层能够较好地抵抗风干扰。黑卷尾的巢为编制的结实小型巢,能够牢牢固定在侧枝上,因此可以在不同的高度营巢。在隐蔽度因子选择中,两者存在极显著的差异:黑尾蜡嘴雀一般营巢在树干主分叉的位置,四周有树枝遮挡很难发现;而黑卷尾一般在较高的树冠层侧枝营巢,从地面向上看比较容易发现鸟巢,这与寇治通(1984)的研究结果一致。

3.4　巢址生态位竞争

同域分布的鸟类,如果对资源的利用方式又相近,那么它们之间必然存在激烈的种间竞争(Vierling *et al.*,2009;Brazill-Boast *et al.*,2010)。人工林

由于植被垂直结构单一,树种单一,虽然人工林在客观上为鸟类提供了食物、隐蔽地,而且有的人工林是鸟类可依赖的重要生境之一(李巨勇等,2013),但是森林的空间异质性很低,林下落叶层较薄,所提供的营巢、食物资源很少,因此不能维持较多的鸟类多样性(杨灿朝,2009;牛艳东等,2010),生存在人工林中的鸟类在巢址资源利用上必然存在较大的种间竞争(Wysocki *et al.*,2015;Zeraoula *et al.*,2016)。

在研究地内,两种鸟类多数巢址因子生态位重叠指数都较大,这是因为盐城海堤林为典型的人工林带,乔木多样性很低,垂直结构也单一,可利用的营巢资源较少,而且黑卷尾和黑尾蜡嘴雀同为雀形目的鸟类,它们对巢址资源的利用方式也比较相近,例如同在树上筑巢,繁殖期食物利用方式也相似等,导致两者在巢址选择上存在极大的种间竞争。尤其是在某些“紧缺”资源位上,比如灌木因子上,两者的竞争最为激烈。盐城沿海海堤林中两种主要营巢的雀形目鸟类在巢址生态位上存在激烈的种间竞争,但同时也在某些巢址因子上存在较明显的生态位分化,最终使这两种同域繁殖,资源利用方式相近的鸟类,共存于其中。

利用盐城滨海海堤林进行繁殖的鸟类众多,优势种黑尾蜡嘴雀和黑卷尾在巢址资源利用方式上存在激烈竞争,但同时在某些生态位因子上也存在一定的分化,最终使这些鸟类能够共生共存。今后我们将继续关注海堤林内鸟类繁殖的研究,关注巢捕食、气候、种间竞争等因子对鸟类繁殖成功率的影响,为盐城滨海海堤林鸟类保护和管理提供科学决策。

参考文献

黄秋丽, 王龙舞, 杨灿朝, 等. 2015. 长尾缝叶莺和栗头缝叶莺的巢址选择比较. 生态学杂志, **34**(10): 2861-2865. [Huang QL, Wang LW, Yang CC, *et al.* 2015. Comparison of nest site selection of *Orthotomus sutorius* and *O. cucullatus*. *Chinese Journal of Ecology*, **34**(10): 2861-2865.]

寇治通. 1984. 黑卷尾的繁殖习性的初步观察. 动物学杂志, **19**(6): 26-28. [Kou ZT. 1984. The preliminary study of breeding habits of *Dicrurus macrocercus*. *Chinese Journal of Zoology*, **19**(6): 26-28.]

李东来, 魏宏伟, 孙兴海, 等. 2015. 震旦鸦雀在镶嵌型芦苇收割生境中的巢址选择. 生态学报, **35**(15): 5009-5017. [Li DL, Wei HW, Sun XH, *et al.* 2015. Nest-site selection of reed parrotbills in the mosaic reed harvesting habitats. *Acta Ecologica Sinica*, **35**(15): 5009-5017.]

李巨勇, 李东明, 孙砚峰, 等. 2013. 河北唐海湿地不同生境鸟类群落结构的变化. 四川动物, **32**(3): 449-457. [Li JY, Li DM, Sun YF, *et al.* 2013. Diversification of avian community in different habitats in Tanghai wetland. *Sichuan Journal of Zoology*, **32**(3): 449-457.]

刘 彬, 薛丹丹, 安玉亭, 等. 2018. 江苏大丰麋鹿保护区鸟类群落多样性研究. 安徽农业科学, **46**(33): 65-67. [Liu B, Xue DD, An YT, *et al.* 2018. Diversity of bird community in Jiangsu Dafeng Milu National Nature Reserve. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, **46**(33): 65-67.]

卢 欣. 1989. 黑卷尾繁殖期领域性的初步研究. 生态学杂志, **8**(4): 28-30. [Lu X. 1989. Territoriality of Black Drongo (*Dicrurus macrocercus*) during its breeding period. *Chinese Journal of Ecology*, **8**(4): 28-30.]

牛艳东, 欧阳硕龙, 田育新, 等. 2010. 环洞庭湖防护林体系四种造林模式夏季鸟类多样性初步研究. 湖南林业科技, **37**(6): 25-27. [Niu YD, Ouyang SL, Tian YX, *et al.* 2010. A preliminary study on avifauna diversity in four different afforestation models of protection forest system surrounding Dongting Lake. *Hunan Forestry Science and Technology*, **37**(6): 25-27.]

唐中海, 刘 昊, 游章强, 等. 2011. 黑卷尾的繁殖生态行为观察. 四川动物, **30**(1): 87-89. [Tang ZH, Liu H, You ZQ, *et al.* 2011. Observation on the breeding ecology of *Dicrurus macrocercus*. *Sichuan Journal of Zoology*. **30**(1): 87-89.]

杨灿朝, 蔡 燕, 梁 伟. 2009. 海南岛各主要林区雨季鸟类多样性. 动物学杂志, **44**(2): 108-114. [Yang CC, Cai Y, Liang W. 2009. Bird diversity in rainy season in forest regions of Hainan Island, China. *Chinese Journal of Zoology*, **44**(2): 108-114.]

杨承忠, 郭延蜀, 宁继祖. 2009. 川中丘陵地区黑尾蜡嘴雀繁殖期声行为的初步研究. 西华师范大学学报: 自然科学版, **30**(2): 121-126. [Yang CZ, Guo YS, Ning JZ. 2009. The preliminary study of the vocal behavior of Yellow-billed Grosbeak (*Eophona migratoria*) during breeding season in Sichuan hilly areas. *Journal of China West Normal University: Natural Sciences*, **30**(2): 121-126.]

杨维康, 钟文勤, 高行宜. 2000. 鸟类栖息地选择研究进展. 干旱地区研究, **17**(3): 71-78. [Yang WK, Zhong WQ, Gao XY. 2000. A review studies of avian habitat selection. *Arid Zone Research*, **17**(3): 71-78.]

张 晶, 赵成章, 任 悦, 等. 2018. 张掖国家湿地公园优势鸟类种群生态位研究. 生态学报, **38**(6): 2213-2220. [Zhang J, Zhao CZ, Ren Y, *et al.* 2018. Study of the dominant bird population ecological niche in Zhangye National Wetland Park of Gansu province. *Acta Ecologica Sinica*, **38**(6): 2213-2220.]

张大勇, 姜新华. 1997. 群落内物种多样性发生与维持的一个假说. 生物多样性, **5**(3): 161-167. [Zhang DY, Jiang XH. 1997. A hypothesis for the origin and maintenance of within-community species diversity. *Biodiversity Science*, **5**(3): 161-167.]

张建军. 2001. 黑卷尾的繁殖习性观察.动物学杂志, **36**(4): 60-63. [Zhang JJ. 2001. Observation on the reproductive habits of *Dicrurus macrocercus*. *Chinese Journal of Zoology*, **36**(4): 60-63.]

张克勤, 陈玉梅, 金斗峰. 2008. 黑尾蜡嘴雀(指名亚种)的繁殖生态. 林业科技, **33**(4): 33-36. [Zhang KQ, Chen YM, Jin DF. 2008. Breeding ecology of *Eophona migratora*. *Forestry Science and Technology*, **33**(4): 33-36.]

Asokan S, Ali AMS, Manikannan R, *et al*. 2009. Diet of three insectivorous birds in Nagapattinam District, Tamil Nadu, India: A preliminary study. *Journal of Threatened Taxa*, **1**: 327-330.

Brawn JD, Angehr G, Davros N, *et al*. 2011. Sources of variation in the nesting success of understory tropical birds. *Journal of Avian Biology*, **42**: 61-68.

Brazill-Boast J, Pryke SR, Griffith SC. 2010. Nest-site utilization and niche overlap in two sympatric, cavity-nesting finches. *Emu*, **110**: 170-177.

Chesson P. 2000. Mechanisms of maintenance of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **31**: 343-366.

Clark RG, Shutler D. 1999. Avian habitat selection: Pattern from process in nest-site use by ducks? *Ecology*, **80**: 272-287.

Clarke AL, Øien IJ, Honza M, *et al*. 2001. Factors affecting Reed Warbler risk of brood parasitism by the Common Cuckoo. *The Auk*, **118**: 534-538.

Guan HH, Wen Y, Wang PC, *et al*. 2018. Seasonal increase of nest height of the Silver-throated Tit (*Aegithalos glaucogularis*): Can it reduce predation risk? *Avian Research*, **9**: 42.

Hanane S, Yassin M. 2017. Nest-niche differentiation in two sympatric columbid species from a Mediterranean *Tetraclinis* woodland: Considerations for forest management. *Acta Oecologica*, **78**: 47-52.

Hanane S. 2015. Nest-niche differentiation in two sympatric *Streptopelia* species from a North African agricultural area: The role of human presence. *Ecological Research*, **30**: 573-580.

Hansell MH. 2000. Bird nests and construction behavior. Cambridge: Cambridge University Press.

Jiang AW, Jiang DM, Zhou F, *et al*. 2017. Nest-site selection and breeding ecology of Streaked Wren-Babbler (*Napothera brevicaudata*) in a tropical limestone forest of southern China. *Avian Research*, **8**: 28.

Kolbe JJ, Janzen FJ. 2002. Impact of nest-site selection on nest success and temperature in natural and disturbed habitats. *Ecology*, **83**: 269-281.

Martin TE. 1993. Nest predation and nest sites. *BioScience*, **43**: 523-532.

Petersen MR. 1990. Nest-site selection by Emperor Geese and Cackling Canada Geese. *Wilson Bulletin*, **102**: 413-426.

Stephens SE, Koons DN, Rotella JJ, *et al*. 2004. Effects of habitat fragmentation on avian nesting success: A review of the evidence at multiple spatial scales. *Biological Conservation*, **115**: 101-110.

Tilman D. 1982. Resource competition and community structure. *Monographs in Population Biology*, **17**: 1-296.

Valen LV. 1965. Morphological variation and width of ecological niche. *The American Naturalist*, **99**: 377-390.

Vierling KT, Gentry DJ, Haines AM. 2009. Nest niche partitioning of Lewis's and red-headed woodpeckers in burned pine forests. *The Wilson Journal of Ornithology*, **121**: 89-96.

Wysocki D, Jankowiak Ł, Greño JL, *et al*. 2015. Factors affecting nest size in a population of blackbirds *Turdus merula*. *Bird Study*, **62**: 208-216.

Zeraoula A, Bensouilah T, Brahmia H, *et al*. 2016. Breeding biology of the European blackbird *Turdus merula* in orange orchards. *Journal of King Saud University-Science*, **28**: 300-307.

作者简介　刘　彬,1982 年出生,博士研究生,研究方向为野生动植物保护与利用。E-mail: 15861952240@163.com

责任编辑　张　敏