

中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
中国科协优秀期刊
中国科学院优秀科技期刊
新中国 60 年有影响力的期刊
国家期刊奖

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

(Shengtai Xuebao)

第 31 卷 第 3 期
Vol.31 No.3
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 3 期 2011 年 2 月 (半月刊)

目 次

景观生态学原理在城市土地利用分类中的应用	李伟峰, 欧阳志云, 肖 焱 (593)
中国特有濒危植物夏蜡梅的交配系统	赵宏波, 周莉花, 郝日明, 等 (602)
昆仑山北坡不同海拔塔里木沙拐枣的光合生理生态特性	朱军涛, 李向义, 张希明, 等 (611)
天山云杉天然林不同林层的空间格局和空间关联性	李明辉, 何风华, 潘存德 (620)
大气 CO ₂ 浓度升高对 B 型烟粉虱大小、酶活及其寄主的选择性影响	王学霞, 王国红, 戈 峰 (629)
桃小食心虫越冬幼虫过冷却能力及体内生化物质动态	王 鹏, 凌 飞, 于 毅, 等 (638)
象山港不同养殖类型海域大型底栖动物群落比较研究	廖一波, 寿 鹿, 曾江宁, 等 (646)
北部湾宝刀鱼的摄食生态	颜云榕, 杨厚超, 卢伙胜, 等 (654)
黄河三角洲自然保护区东方白鹤的巢址利用	段玉宝, 田秀华, 朱书玉, 等 (666)
贺兰山野化牦牛冬春季食性	姚志诚, 刘振生, 王兆铨, 等 (673)
杉木生长及土壤特性对土壤呼吸速率的影响	王 丹, 王 兵, 戴 伟, 等 (680)
中国干旱半干旱区潜在植被演替	李 飞, 赵 军, 赵传燕, 等 (689)
夜间增温和施肥对川西亚高山针叶林两种树苗根际效应的影响	卫云燕, 尹华军, 刘 庆, 等 (698)
洱海流域 44 种湿地植物的氮磷含量特征	鲁 静, 周虹霞, 田广宇, 等 (709)
杠柳幼苗对不同强度干旱胁迫的生长与生理响应	安玉艳, 梁宗锁, 郝文芳 (716)
柠条细根的空间分布特征及其季节动态	史建伟, 王孟本, 陈建文, 等 (726)
NaCl 和 Na ₂ SO ₄ 胁迫下两种刺槐叶肉细胞叶绿体超微结构	孟凡娟, 庞洪影, 王建中, 等 (734)
设施番茄果实生长与环境因子的关系	程智慧, 陈学进, 赖琳玲, 等 (742)
嫁接茄子根系分泌物变化及其对黄萎菌的影响	周宝利, 刘 娜, 叶雪凌, 等 (749)
华北地区冬小麦干旱风险区划	吴东丽, 王春乙, 薛红喜, 等 (760)
干旱胁迫条件下冷型小麦灌浆结实期的农田热量平衡	严菊芳, 张嵩午, 刘党校 (770)
秸秆不同还田量对宁南旱区土壤水分、玉米生长及光合特性的影响	高 飞, 贾志宽, 路文涛, 等 (777)
盐胁迫下不同基因型冬小麦渗透及离子的毒害效应	徐 猛, 马巧荣, 张继涛, 等 (784)
阿魏酸、对羟基苯甲酸及其混合液对土壤氮及相关微生物的影响	母 容, 潘开文, 王进闯, 等 (793)
岷江上游油松与云杉人工林土壤微生物生物量及其影响因素	江元明, 庞学勇, 包维楷 (801)
荒漠沙蒿根围 AM 真菌和 DSE 的空间分布	贺学礼, 王银银, 赵丽莉, 等 (812)
百菌清对落叶松人工防护林土壤微生物群落的影响	邵元元, 王志英, 邹 莉, 等 (819)
居住区植物绿量与其气温调控效应的关系	李英汉, 王俊坚, 李贵才, 等 (830)
近 33 年白洋淀景观动态变化	庄长伟, 欧阳志云, 徐卫华, 等 (839)
舟山群岛旅游交通生态足迹评估	肖建红, 于庆东, 刘 康, 等 (849)
¹⁵ N 交叉标记有机与无机肥料氮的转化与残留	彭佩钦, 仇少君, 侯红波, 等 (858)
沉积物老化过程中 DOC 含量变化对菲吸附-解吸的影响	焦立新, 孟 伟, 郑丙辉, 等 (866)
湖南石门、冷水江、浏阳 3 个矿区的苳麻重金属含量及累积特征	余 玮, 揭雨成, 邢虎成, 等 (874)
问题讨论	
近 55a 来河西走廊荒漠绿洲区季节变化特征及其对胡杨年生长期的影响	刘普幸, 张克新 (882)
利用 HYSPLIT 模型分析麦蚜远距离迁飞前向轨迹	郁振兴, 武予清, 蒋月丽, 等 (889)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 302 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-02

黄河三角洲自然保护区东方白鹳的巢址利用

段玉宝¹, 田秀华^{1,*}, 朱书玉², 丁鹏³, 单凯², 卢小琴¹

(1. 东北林业大学野生动物资源学院, 哈尔滨 150040; 2. 黄河三角洲国家级自然保护区, 东营 257091;

3. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011)

摘要: 2009年3—5月, 在黄河三角洲保护区, 运用Vanderploeg和Scavia选择指数和资源选择函数对25个东方白鹳巢址的利用进行了研究。结果表明: 东方白鹳偏好选择在芦苇沼泽中的电线杆上筑巢, 巢区水面比例较大, 样方内水深度>15cm, 植被较高, 盖度较大, 植被密度200—500根/m², 巢址距明水面、芦苇沼泽、树林距离较近, 明水面深度<0.5m, 距离人为干扰、农田、草地较远。东方白鹳巢址利用的资源选择函数为: $\text{logit}(p) = -0.206 - 2.773 \times \text{距明水面距离} + 2.200 \times \text{距公路距离} + 1.444 \times \text{距轻度干扰地距离} + 1.205 \times \text{距草地距离} + 1.191 \times \text{植被密度}$, 模型正确率: 88.6%, $R^2 = 0.721$ 。食物、人为干扰和植被密度是影响东方白鹳巢址利用的主要因素。

关键词: 东方白鹳; 巢址利用; 资源选择函数; 黄河三角洲

Make use of nest-site of oriental white stork in the Yellow River Estuary Nature Reserve

DUAN Yubao¹, TIAN Xiuhua^{1,*}, ZHU Shuyun², DING Peng³, SHAN Kai², LU Xiaoqin¹

1 College of Wildlife Resource, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China

2 Yellow River Estuary National Nature Reserve, Dongying 257091, China

3 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China

Abstract: 25 Oriental white stork breeding nests that have been found and positioned with a global positioning system (GPS) from March to May 2009 in the Yellow River Estuary nature reserve. To nest-site as the center, Setting a 10m × 10m square quadrat in which center, and set up a 1m × 1m square sample side at the four corners of each quadrat. Reference of our predecessors of other people's research methods and the actual situation, determination of the 16 ecological factors selective: vegetation type, nest position height, water depth in quadrat, proportion of water in quadrat, vegetation height, vegetation density, vegetation coverage, the distance to water, water depth, the distance to the reed marsh, the distance to the road, the distance to the tourist area, the distance to the mild disturbance, the distance to grassland, the distance to forests, the distance to farmland. In order to ensure the randomness of quadrats the study area will be divided into 50 equal or similar areas, so that the quadrat must be covered the whole of the study area. If the Oriental White Stork nests had still living within the quadrats, which quadrat has to remove. A total of 25 random quadrats were filtrated. Cause of here were not tall trees in the study area, so the control samples were poles. Because the data didn't accord with normal school, 16 ecological factors were analysed relevanced with spearman. There were 9 of the absolute value of the correlation coefficient greater > 0.5. The independence and representation of the factor, selected little them nine ecological factors (distance to water, distance to the road, distance to the tourist area, distance to the mild disturbance, distance to grassland, distance to forests, distance to the reed marsh, vegetation density, vegetation coverage) to get in logistic regression. After parameters standardized, Using "forward: conditional" for logistic regression analysis, and finally entering the function equation are significant statistically variables were: vegetation density, distance to the mild disturbance, distance to grassland, distance to

基金项目: WWF(世界自然基金会)野生动植物保护小额基金资助项目(41308902)

收稿日期: 2009-12-29; **修订日期:** 2010-04-28

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: tianxiu-hua@163.com

water、distance to the road. The results showed that the resource selection function of Oriental white stork nest-site: $\logit(p) = -0.206 - 2.773 \times \text{the distance to water} + 2.200 \times \text{the distance to the road} + 1.444 \times \text{the distance to mild disturbances} + 1.205 \times \text{the distance to grasslands} + 1.191 \times \text{vegetation density}$. The model indicated that Oriental white stork to choose a nest-site having relevance with a distance to water were a negative correlation, and the distance to the road, the distance to mild disturbances, the distance to grasslands, vegetation density was positively correlated. Otherwise indicated that the Oriental white stork to select areas inclined, closing to the water, far to the road, far to mild disturbance, grass distance and great vegetation density for nesting. According to the resource selection functions, the nest-site choice probability of Oriental white stork $P = e^{\logit(p)} / [1 + e^{\logit(p)}]$. The correct rate: 88.6% ($R^2 = 0.721$). Food, human disturbance and vegetation density are main factors, affect the nest-site use of Oriental white stork.

Key Words: Oriental white stork; nest-site use; resource selection function; the Yellow River Estuary

巢址选择对于鸟类生存和繁殖具有重要意义,巢址质量的好坏直接影响鸟类的繁殖成功率^[1-2]。巢址的选择受到巢本身、巢周围地域的生态因子、竞争和干扰等因素的影响,并会随其栖息环境不同而有所变化^[3-5]。通过对鸟类巢址选择的研究,可揭示其选择该处筑巢的原因,利于濒危物种的保护^[6]。

东方白鹤(*Ciconia boyciana*)是大型濒危涉禽,属 CITES 附录 I 物种, IUCN 红色物种名录中的濒危物种,目前全球野生数量仅 2500 只左右^[7]。鉴于其濒危程度,国内外学者对野外种群数量及迁徙^[8-9]、人工饲养条件下的繁殖与行为^[10-12]、组织解剖^[13-14]及遗传多样性^[15-16]均有研究,但就巢址选择来讲,主要在洪河保护区及描述性研究^[17-18],对东方白鹤新繁殖^[19]的巢址选择研究尚属首次。为此,于 2009 年 3—6 月对黄河三角洲地区东方白鹤的巢址利用进行了定量研究,为野生种群的保护和科学管理提供基础资料。

1 研究地区自然概况和方法

1.1 研究地概况

研究地点是黄河三角洲国家级自然保护区,地处黄河入海口,位于 $E118^{\circ}07' - 119^{\circ}10'$ 、 $N37^{\circ}20' - 38^{\circ}12'$ 。面积达 6100km^2 ,是中国最大的新生湿地生态系统。该区属暖温带季风气候,风向随季节变化,冬季多偏北风,夏季多偏南风,历年平均风速为 3.3m/s ,近 30a 年均温度为 11.9°C ,年平均地面温度为 14.6°C ,年平均降水量为 592.2mm ,年平均无霜期约 210d ^[20]。

区内地势平坦,滩涂宽阔,湿地资源丰富。有丰富的水资源、水生植物资源及各种鱼类和丰富的无脊椎动物,为水禽提供了充足的食物。植物资源主要有芦苇(*Phragmites australis*)、香蒲(*Typha angustata*)、杠柳(*Periploca sepium*)、怪柳(*Tamarix chinensis*)、盐地碱蓬(*Suaeda salsa*)、海滨碱蓬(*Suaeda glauca*)、獐茅(*Aeluropus sinensis*)、水蓼(*Polygonum hydropiper*)、东方蓼(*Polygonum orientale*)、野大豆(*Glycine soja*)等;动物资源主要有东方白鹤、大天鹅(*Cygnus cygnus*)、丹顶鹤(*Grus japonensis*)、灰鹤(*Grus grus*)、赤麻鸭(*Tadorna ferruginea*)、苍鹭(*Ardea cinerea*)、大白鹭(*Egretta alba*)、艾鼬(*Mustela eversmanni*)、虎斑游蛇(*Rhabdophis tigrinalateralis*)、梭鱼(*Liza haematocheila*)、赤鼻棱鳀(*Thrissa kammalensis*)、三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)等。

1.2 数据的采集

1.2.1 利用样方的设定

2009 年 3—5 月对黄河三角洲保护区的三个管理站及周边进行调查,发现东方白鹤 25 巢,全部为高压电线杆上,用全球定位仪(GPS)定位,然后以巢址为中心设置 1 个 $10\text{m} \times 10\text{m}$ 的正方形样方,在该样方中心和四个角各设置一个 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 的正方形小样方。参照前人对东方白鹤和其他鸟类的研究^[17,21-22]以及实际情况,选择性的测定了 16 个生态因子:

植被类型 分为芦苇沼泽、草地、滩涂、农田和树林。

巢位高 测量巢基底部距地面的高度(m)。

样方内水深 测量 10m × 10m 样方内东、南、西、北 4 个不同方向的水深,取平均值(cm)。

样方内水面比例 测量 10m × 10m 样方内 4 个不同方向水面的有无,取值分别为 0, 0.25, 0.5, 0.75 和 1。

植被高度 测量巢区 10m × 10m 内植被平均自然高度(cm)。

植被密度 测量巢区 10m × 10m 内每平方米植被数量(根/m²)。

植被盖度 测量样方中植被的垂直投影面积占样方面积的比例,划分 3 个等级: < 30%, 30%—60%, > 60%。

距明水面距离 测量用于筑巢的电线杆距最近一个面积大于 25m² 的明水面的直线距离(m)。

明水面水深 测量上述明水面的水深,取平均值(cm)。

距重度干扰源距离 测量用于筑巢的电线杆距离最近公路和旅游区的直线距离(m)。

距轻度干扰源距离 测量用于筑巢的电线杆距离最近土路、抽油机等干扰较小地方的直线距离(m)。

距沼泽、农田、树林、草地距离 分别测量用于筑巢的电线杆距离最近沼泽、农田、树林、草地的直线距离(m)。

1.2.2 对照样方的设定

为了保证对照样方的随机性,参照张明海、刘振生等人^[23-24]的研究方法,将本研究区分为 50 个面积相等或相近的区域,使对照样方覆盖整个研究区。如果在对照样方内有东方白鹤巢,那么将该样方剔除,共筛选对照样方 25 个。由于本研究区没有高大乔木,所以对照样本的选择均为电线杆。

1.3 数据处理

1.3.1 Vanderploeg 和 Scavia 选择指数

利用 Vanderploeg 和 Scavia 选择指数^[25-26]分析黄河三角洲地区东方白鹤对巢址 16 种生态因子的利用是否有选择性,其计算公式如下:

$$E_i = (W_i - 1/n) / (W_i + 1/n)$$

式中, E_i 为选择指数, W_i 为资源选择系数, n 为环境中的资源总数,其中:

$$W_i = \omega_i / \sum \omega_i, \omega_i = O_i / \pi_i, \pi_i = a_i / a_+$$

式中, ω_i 为资源选择率, O_i 是资源 i 中利用率, π_i 是资源 i 的可获得性, a_i 是资源 i 可以被使用的单位, a_+ 是所有可供使用的资源单位。

E_i 值介于 -1 和 +1 之间,若 $E_i > 0$ 表示喜爱, $E_i = 1$ 表示特别喜爱, $E_i = 0$ 为随机选择, $E_i < 0$ 表示不喜爱, $E_i = -1$ 为不选择。

1.3.2 资源选择函数

资源选择函数可以分析生境中不同因子对动物生境的影响和综合作用,能够很好的反映动物对每个生态因子的偏好,因此得到广泛应用^[27-29]。由于动物对生境的选择往往受到生物因子和非生物因子的制约,所以资源选择函数一般表现为一个包括多个独立生境变量的线性对数模型:

$$W(x) = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_k x_k)$$

式中, x 代表了不同的独立生境变量, β 是变量的系数。

故动物对生境的选择概率为

$$P(x) = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_k x_k) / [1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_k x_k)]$$

当 $P(x)$ 的取值为 0 或 1 时,即表示选择或不选择时,系数 β 可以由逻辑斯蒂回归系数来估计^[24,27-29,32]。

为控制各变量之间的相关性,在拟合逻辑斯蒂方程之前对所有生境变量进行相关分析,当相关系数绝对值小于 0.5 时,可视为没有相关现象^[30-32]。利用单个样本的 Kolmogorov-Smirnov Test 检验数据是否呈正态分布,由于数据不符合正态分布,因此采用 Spearman 秩相关检验分析各因子间相关性,对相关系数大于 0.5 的因子予以去除。

本文的数据处理均在 SPSS17.0 中完成。

2 结果与分析

2.1 东方白鹳生态因子利用的一般特征

东方白鹳在黄河三角洲地区偏好选择芦苇沼泽中的电线杆,巢位高 <30m,巢区样方内水深 >15cm,水面比例 >30%,植被高度 >50cm,植被密度 200—500 根/m²,植被盖度 >30%,巢址距明水面的距离 <500m,明水面深度 <0.5m,距沼泽距离 <100m,距公路距离 >500m,距旅游区距离 >3000m,距轻度干扰源距离 >300m,距农田距离 >1000m,距树林距离 <1000m,距草地距离 >700m(表 1)。

表 1 东方白鹳对各生态因子的利用和选择

Table 1 Utilization and selection of habitat factors of feeding habitat by Oriental white stork

生境因子 Habitat factors	<i>i</i>	π_i	O_i	E_i	生境因子 Habitat factors	<i>i</i>	π_i	O_i	E_i
植被类型	芦苇沼泽	0.28	0.56	0.516P	明水面水深/m	<0.5	0.08	0.32	0.258P
Vegetation type	草地	0.52	0.36	0.040AR		0.5—1	0.08	0.20	0.029AR
	滩涂	0.16	0.08	-0.122NP		>1	0.84	0.48	-0.610NP
	农田	0.04	0	-1NS	距沼泽距离/m	<100	0.20	0.52	0.325P
巢位高/m	树林	0.08	0	-1NS		100—500	0.32	0.36	-0.082AR
	<15	0.40	0.80	0.175P		>500	0.48	0.12	-0.683NP
	15—30	0.04	0.08	0.175P	距公路距离/m	<200	0.48	0.40	-0.182NP
样方内水深/cm	>30	0.56	0.12	-0.735NP		200—500	0.36	0.28	-0.215NP
	<5	0.80	0.72	-0.353NP		>500	0.16	0.32	0.249P
	5—15	0.16	0.12	-0.430NP	距旅游区距离/m	<1000	0.32	0.08	-0.610NP
样方内水面比例/%	>15	0.04	0.16	0.360P		1000—3000	0.48	0.60	0.095AR
	<30%	0.80	0.60	-0.357NP		>3000	0.20	0.32	0.215P
	30%—70%	0.04	0.08	0.116P	距轻度干扰源	<300	0.60	0.32	-0.423NP
in quadrat	>70%	0.16	0.32	0.116P	距离/m	300—600	0.24	0.40	0.117P
	植被高度/cm	<50	0.48	-0.388NP		>600	0.16	0.28	0.141P
	50—100	0.32	0.48	0.139P	距农田距离/m	<500	0.24	0.16	-0.214NP
植被密度/(根/m ²)	>100	0.20	0.28	0.105P		500—1000	0.52	0.48	-0.055AR
	<200	0.56	0.28	-0.446NP		>1000	0.24	0.36	0.186P
	200—500	0.24	0.52	0.248P	距树林距离/m	<500	0.24	0.44	0.150P
植被盖度/%	>500	0.16	0.20	-0.022AR		500—1000	0.12	0.20	0.103P
	<30%	0.68	0.44	-0.362NP		>1000	0.64	0.36	-0.413NP
	30%—60%	0.16	0.28	0.117P	距草地距离/m	<200	0.60	0.44	-0.478NP
距明水面距离/m	>60%	0.16	0.28	0.117P		200—700	0.32	0.16	-0.612NP
	<100	0.16	0.32	0.106P		>700	0.08	0.40	0.413P
	100—500	0.20	0.52	0.233P					
Distance to water	>500—700	0.64	0.16	-0.732NP					

P 为喜爱;NP 为不喜爱;R 为随机选择;AR 为几乎随机选择;NS 为不选择

2.2 资源选择函数

对 16 个巢址因子进行了 spearman 相关分析,在变量两两比较的相关系数中,绝对值 >0.5 的相关系数有 9 个。考虑到因子的独立性和代表性,筛选出 9 个生态因子(距明水面距离、距公路距离、距旅游区距离、距轻度干扰地距离、距农田距离、距树林距离、距草地距离、植被平均密度、植被盖度)进行逻辑斯蒂回归。

参数标准化后,采用“向前:条件”(以假定参数为基础作似然比概率检验,向前逐步选择自变量法)进行逻辑斯蒂回归分析,最后进入函数方程的有明显的统计学意义的变量为:距明水面距离、距公路距离、距轻度干扰地距离、距草地距离、植被平均密度(表 3)。结果显示东方白鹳对巢址的资源选择函数为:logist(*p*) = -0.206 - 2.773 × 距明水面距离 + 2.200 × 距公路距离 + 1.444 × 距轻度干扰源距离 + 1.205 × 距草地距离

+ 1.191 × 植被密度, 显示模型中东方白鹳对巢址的选择与距明水面距离呈负相关, 与距公路、轻度干扰源、草地距离和植被密度呈正相关, 说明东方白鹳倾向选择距离明水面较近, 距离公路、轻度干扰源、草地距离较远, 植被密度较大的地方筑巢。根据拟合出的资源选择函数, 东方白鹳对巢址利用概率为 $P = e^{\text{logist}(p)} / [1 + e^{\text{logist}(p)}]$, 通过 spss 软件计算该模型的正确率: 88.6%, $R^2 = 0.721$ 。

表 2 进入函数方程的变量
Table 2 The variables in the equation

生境因子 Habitat factors	选择系数 <i>B</i> Selection coefficients	标准差 S. E. Standard Error	Wald 卡方检验值 Wald	显著性 Sig.
距明水面距离 Distance to water	-2.773	0.774	5.246	0.022
距公路距离 Distance to the road	2.200	0.559	4.603	0.032
距轻度干扰源距离 Distance to the mild disturbance	1.444	0.553	6.809	0.009
距草地距离 Distance to the grassland	1.205	0.539	5.002	0.025
植被密度 Vegetation density	1.191	0.509	5.480	0.019
常数 Constant	-0.206	0.467	0.195	0.659

3 讨论

巢址选择是鸟类繁殖栖息地选择中最重要的部分, 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^[22]。

在黄河三角洲自然保护区的五万亩恢复湿地中, 一排高压电线塔贯穿于芦苇沼泽中, 东方白鹳主要集中在此处电线杆上营巢繁殖, 巢位高取决于电线杆的高度, 这与东方白鹳历史繁殖地——三江平原地区在高大乔木和人工招引的三角架上筑巢有明显不同^[33], 与在扎龙地区 20 世纪 60—70 年代的测绘铁塔上筑巢或人工电线杆招引相似^[34], 也与在越冬地水田中的高压电线塔上筑巢极为相近^[18]。巢区样方内水深 > 15cm, 水面比例 > 30%, 植被高度 > 50cm, 植被密度 200—500 根/m², 这与筑巢电线杆多处生在沼泽中及植被主要以芦苇、柽柳为主有关, 便于东方白鹳常在近距离隐蔽觅食、取材, 这也与我们长期观察结果一致。资源选择函数表明植被密度是巢址选择的主要影响因子之一, 由于东方白鹳在这个繁殖期一直有修巢的习惯, 近距离的取柴可以大大减少不必要的能量消耗, 当其他鹳入侵时也可以迅速回巢参与防御。

东方白鹳倾向于选择距离明水面、沼泽较近, 距离草地较远的电线杆上筑巢(表 1), 这表明, 东方白鹳倾向于选择在距水和食物资源较近的地方筑巢, 资源选择函数证明了这一点(表 2)。东方白鹳为大型涉禽, 充足的水资源不仅提供丰富食物, 亦可隔离一定的干扰, 故东方白鹳选择在距离明水面、芦苇沼泽较近的电线杆上筑巢。东方白鹳在水中觅食, 跼蹐的长度直接决定觅食地的水面高低, 所以浅水面是它理想的觅食场所。无论农田还是草地, 相对于沼泽众多的黄河三角洲地区均属于水和食物资源相对匮乏的地方, 故选择远离农田、草地的地方筑巢也在情理之中。

人为干扰已成为许多动物栖息地中的一种主要干扰类型^[35]。资源选择函数证明了距重度干扰源(公路)、轻度干扰源距离均是主要的影响因子(表 2)。距轻度干扰距离 > 300m, 和其他涉禽相比, 不同于丹顶鹤的(560 ± 36)m 和苍鹭的(141 ± 5)m^[36-37]。像旅游区这样的重度干扰源, 即使有良好的食物和水资源, 在距旅游区 1000 以内几乎没有东方白鹳筑巢, 这与洪河保护区天然巢距干扰源的平均距离 1071m 结果相似^[17]; 而对于距公路距离 > 500m, 明显小于其他地区的东方白鹳和其他大型涉禽对公路的距离^[17-18, 36-37], 可能与隔离沟的存在以及芦苇沼泽和电线杆为其提供很好的安全条件有关, 也可能与离公路较远处电线杆较少有关。

从这一研究可以看出, Vanderloeg 和 Scavia 选择指数法虽能分析东方白鹳对同一生态因子不同等级的偏好, 其结果更主要提供的是该物种已利用生境的环境信息, 而并不侧重物种的生境喜好。但由于 Vanderloeg 和 Scavia 选择指数法将所有的生态因子同等看待, 因而未能反映哪些生态因子在影响东方白鹳的巢址利用中起主要作用。资源选择函数模型是研究“有”或“无”二值响应变量的多元统计方法, 注重利用样本和对照样本之间的对比, 比较各个生境变量在两种样本中的差异及主要影响因子^[38]。可见不同方法在使用中有各自

的优缺点,不同方法结合使用更能反映出黄河三角洲东方白鹤巢址利用的实际情况。

致谢: Helen Hou 博士对写作给予帮助;野外工作中得到了黄河三角洲国家级自然保护区的大力支持,谨致谢意。

References:

- [1] Cody M L. Habitat selection in birds: The roles of vegetation structure, competitors and productivity. *Bio-Science*, 1981, 31: 107-113.
- [2] Badyaev A V. Nesting habitat and nesting success of Eastern Wild Turkeys in the Arkansas Ozark Highlands. *Condor*, 1994, 97: 221.
- [3] Flint P L, Grand J B. Nesting success of Northern Pintails on the coastal Yukon Kuskokw in Delta, Alaska. *Condor*, 1996, 98: 54.
- [4] Traylor J J, Alisauskas R T, Kehoe F P. Nesting ecology of White-winged Scoters (*Melanitta fusca deglandi*) at Redberry Lake, Saskatchewan. *Auk*, 2004, 121: 950.
- [5] Nguyen L P, Hamr J, Parker G H. Nest site characteristics of eastern wild turkeys in Central Ontario. *Northeastern Naturalist*, 2004, 11: 255.
- [6] Guan X, Chen W, Zhan Y J, Gao W. Nest-site selection of the Little Ringed Plover (*Charadrius dubius*). *Wetland Science*, 2008, 6(3): 405-410.
- [7] He F Q, Tian X H, Yu H L, Zhu S Y, Zheng Z J, Lin J S. The new breeding range and subpopulations of Oriental White Stork. *Chinese Journal of Zoology*, 2008, 43(6): 154-157.
- [8] Zeng Z W, Cheng L, Li X M. The numerical distribution and conservation of Oriental White Stork in China. *Territory & Natural Resources Study*, 2003, 1: 71-72.
- [9] Hiroto S, Masayuki T, Yury D, Vladimir A, Mikhail P P, Meenakshi N, Hiroyoshi H. Network analysis of potential migration routes for Oriental White Storks (*Ciconia boyciana*). *Ecological Research*, 2004, 19: 683-698.
- [10] Lin B Q, Zhao J, Qiao A N. Studies on incubation and raising of Oriental White Stork (*Ciconia boyciana*). *Chinese Journal of Zoology*, 2004, 39(1): 45-47.
- [11] Liu J, Sai D J, Hu K. The time budgets and activities of Oriental White Stork (*Ciconia boyciana*) in captivity in spring. *Acta Zoologica Sinica*, 2001, 43(Special Issue): 144-147.
- [12] Tian X H, Wang J R, Zhang B L. Time budget of captive Oriental White Storks in breeding season. *Chinese Journal of Zoology*, 2005, 40(3): 35-40.
- [13] Jia D P, Hao L P, Li L, Zhao H S. The histological structure of the bursae cloacalis on the Oriental White Stork. *Journal of Northeast Forestry University*, 1998, 26(3): 76-78.
- [14] Luan X F, Li W F, Yuan H Y. The visceral anatomy of the Oriental White Stork. *Journal of Northeast Forestry University*, 1999, 27(2): 74-76.
- [15] Zan S T, Zhou L Z, Jiang H, Zhang B W, Wu Z A. A pilot study on conservation genetics of Oriental white stork in Hefei wild zoo. *Journal of Biology*, 2008, 6: 22-25.
- [16] Murata K, Satou M, Matsushima K, Statake S, Yamamoto Y. Retrospective estimation of genetic diversity of an extinct Oriental white stork (*Ciconia boyciana*) population in Japan using mounted specimens and implications for reintroduction programs. *Conservation Genetics*, 2004, 5: 553-560.
- [17] Wang J, Li X M. Nest-Site selection of Oriental White Stork in Honghe National Nature Reserve, Heilongjiang Province. *Journal of Northeast Forestry University*, 2006, 34(1): 65-66.
- [18] Yang C, Zhou L Z, Zhu W Z, Hou Y X. A preliminary study on the breeding biology of Oriental White Stork (*Ciconia boyciana*) in its wintering area. *Acta Zoologica Sinica*, 2007, 53(2): 215-226.
- [19] Zhou L. Breeding and nursing of Oriental White Stork in Yellow River Estuary nature reserve. *Shandong Forestry Science and Technology*, 2006, 2: 38-39.
- [20] Zhao Y M, Song Z S. Scientific Survey of the Yellow River Delta National Nature Reserve. Beijing: China Forestry Publishing House, 1995.
- [21] Liu X C, Wu Q M, Zhou H F, Li X M. The difference in characteristics of the nest-site selection between the east and west populations of the Red-crowned Cranes (*Grus japonensis*). *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(8): 4483-4491.
- [22] Ding C Q, Zheng G M. The nest-site selection of the Yellow-bellied tragopan. *Acta Zoologica Sinica*, 1997, 43(1): 27-33.
- [23] Zhang M H, Ma J Z. Habitat preference of sables in winter. *Zoological Research*, 1999, 20(5): 355-359.
- [24] Teng L W, Liu Z S, Zhang E D, Ma J Z. Winter bedding site Selection by the Roe Deer (*Capreolus capreolus*) in Sanjing National Nature Reserve, Heilongjiang Province. *Zoological Research*, 2006, 27(4): 403-410.
- [25] Vanderploeg H A, Scavia D. Calculation and use of selectivity coefficients of feeding: Zooplankton grazing. *Ecological Modelling*, 1979, 7: 135-149.
- [26] Vanderploeg H A, Scavia D. Two selectivity indices for feeding with special reference to zooplankton grazing. *Fisheries Research Board*, 1979, 36: 362-365.
- [27] Li X H, Ma Z J, Li D M, Ding C Q, Zhai T Q, Lu B Z. Using resource selection functions to study nest site selection of Crested Ibis. *Biodiversity*

- Science, 2001, 9(4): 352-358.
- [28] Sachot S, Perrin N, Neet C. Winter habitat selection two sympatric forest grouse in western Switzerland: implications for conservation. *Biological Conservation*, 2003, 112: 373-382.
- [29] Liu Z S, Zhang M M, Li Z G, Hu T H, Zhai H. Feeding and bedding habitat selection by red deer (*Cervus elaphus alxaiicus*) during winter in the Helan Mountains, China. *Acta Theriologica Sinica*, 2009, 29(2): 133-141.
- [30] Boyce M S, McDonald L L. Relation populations to habitats using resource selection functions. *Trends in Ecology & Evolution*, 1999, 14: 268-272.
- [31] Lennon J J. Resource selection functions: taking space seriously. *Trends in Ecology & Evolution*, 1999, 14: 399-400.
- [32] Wang Z H, Wang X M. The validity of using a resource selection functions model to predict den habitat of the Tibetan fox (*Vulpes ferrilata*). *Biodiversity Science*, 2006, 14(5): 382-391.
- [33] Zhu B G, Li J H, Wang X F, Chang Y H. Artificial attraction methods of Oriental white stork (*Ciconia boyciana*) and application in the conservation. *Wildlife*, 2000, 4: 43.
- [34] Xu J, Fei D J, Xu J M, Yang G T, Song H D. Study on breeding and conservation measure of Oriental White Stork on wetland of lower Wuyuer River. *Wildlife*, 1993, 1: 22-26.
- [35] Riffell S K, Gutzwiller K J, Anderson S H. Does repeated human intrusion cause cumulative declines in avian richness and abundance. *Applied Ecology*, 1996, 6: 492-505.
- [36] Wu Q M. Habitat Selection of the Red-crowned Cranes in Breeding Period during the Initial Stages of Wetland Recovery in Zhalong Nature Reserve Based on "3S" Technology. Harbin: Northeast Forestry University, 2005.
- [37] Miu K C. Nest-site Selection of Grey Herons during the Initial Stages of Wetland Recovery in Zhalong Natural Reserve. Harbin: Northeast Forestry University, 2007.
- [38] Manly B F J, McDonald L L, Thomas D L, McDonald T L, Erickson W P. Resource Selection by Animals: Statistical Design and Analysis for Field Studies, 2nd edition. New York: Kluwer Academic Publishers, 2002.

参考文献:

- [6] 关霞, 陈卫, 战永佳, 高武. 金眶鸬巢址选择的研究. *湿地科学*, 2008, 6(3): 405-410.
- [7] 何芬奇, 田秀华, 于海玲, 朱书玉, 郑忠杰, 林剑声. 略论东方白鹳的繁殖分布区域的扩展. *动物学杂志*, 2008, 43(6): 154-157.
- [8] 曾昭文, 程岭, 李晓民. 我国东方白鹳种群现状及保护. *国土与自然资源研究*, 2003, 1: 71-72.
- [10] 林宝庆, 赵俊, 乔艾楠. 采用人工孵化及育幼等技术救助东方白鹳的初步探讨. *动物学杂志*, 2004, 39(1): 45-47.
- [11] 刘建, 赛道建, 胡堃. 笼养东方白鹳春季行为和分配的研究. *动物学报*, 2001, 47(专刊): 144-147.
- [12] 田秀华, 王建荣, 张伯莲. 人工饲养东方白鹳繁殖期行为的时间分配. *动物学杂志*, 2005, 40(3): 35-40.
- [13] 贾东平, 郝雨平, 李玲, 赵和生. 东方白鹳腔上囊的组织结构. *东北林业大学学报*, 1998, 26(3): 76-78.
- [14] 栾晓峰, 李文发, 苑洪业. 东方白鹳的内脏解剖观察. *东北林业大学学报*, 1999, 27(2): 74-76.
- [15] 咎树婷, 周立志, 江浩, 张保卫, 吴志安. 合肥野生动物园东方白鹳的保护遗传学初步研究. *生物学杂志*, 2008, 6: 22-25.
- [17] 王健, 李晓民. 黑龙江省洪河自然保护区东方白鹳巢址选择. *东北林业大学学报*, 2006, 34(1): 65-66.
- [18] 杨陈, 周立志, 朱文中, 侯银续. 越冬地东方白鹳繁殖生物学的初步研究. *动物学报*, 2007, 53(2): 215-226.
- [19] 周莉. 黄河三角洲自然保护区东方白鹳的繁殖保育. *山东林业科技*, 2006, 2: 38-39.
- [20] 赵延茂, 宋朝枢. 黄河三角洲自然保护区科学考察集. 北京: 中国林业出版社, 1995.
- [21] 刘学昌, 吴庆明, 邹红菲, 李晓民. 丹顶鹤 (*Grus japonensis*) 东、西种群巢址选择的分异. *生态学报*, 2009, 29(8): 4483-4491.
- [22] 丁长青, 郑光美. 黄腹角雉的巢址选择. *动物学报*, 1997, 43(1): 27-33.
- [23] 张明海, 马建章. 紫貂冬季生境的偏好. *动物学研究*, 1999, 20(5): 355-359.
- [24] 腾丽微, 刘振生, 张恩迪, 马建章. 黑龙江省三江自然保护区狍对冬季卧息地的选择. *动物学研究*, 2006, 27(4): 403-410.
- [27] 李欣海, 马志军, 李典澳, 丁长青, 翟天庆, 路宝忠. 应用资源选择函数研究朱鹮的巢址选择. *生物多样性*, 2001, 9(4): 352-358.
- [29] 刘振生, 张明明, 李志刚, 胡天华, 翟昊. 贺兰山马鹿冬季取食地和卧息地生境选择. *兽类学报*, 2009, 29(2): 133-141.
- [32] 王正寰, 王小明. 资源选择函数拟合藏狐洞穴生境利用特征的有效性分析. *生物多样性*, 2006, 14(5): 382-391.
- [33] 朱宝光, 李景华, 王晓峰, 常云红. 东方白鹳人工招引方法及在保护中的作用. *野生动物*, 2000, 4: 43.
- [34] 徐杰, 费殿金, 徐建民, 杨广涛, 宋惠东. 东方白鹳在乌裕尔河下游湿地的繁殖动态及保护措施的研究. *野生动物*, 1993, 1: 22-26.
- [36] 吴庆明. 基于“3S”技术的扎龙湿地恢复初期丹顶鹤繁殖期生境选择研究. 哈尔滨: 东北林业大学, 2005.
- [37] 缪克传. 扎龙湿地恢复初期苍鹭的巢址选择. 哈尔滨: 东北林业大学, 2007.

CONTENTS

Applying landscape ecological concepts in urban land use classification	LI Weifeng, OUYANG Zhiyun, XIAO Yi (593)
Mating system of <i>Sinocalycanthus chinensis</i> (Cheng et S. Y. Chang) Cheng et S. Y. Chang, an endangered, indigenous species in China	ZHAO Hongbo, ZHOU Lihua, HAO Riming, et al (602)
Photosynthetically and ecophysiological characteristics of <i>Calligonum roborowasikii</i> in different altitudes on the northern slope of Kunlun Mountain	ZHU Juntao, LI Xiangyi, ZHANG Ximing, et al (611)
Spatial distribution pattern of different strata and spatial associations of different strata in the Schrenk Spruce Forest, northwest China	LI Minghui, HE Fenghua, PAN Cunde (620)
Effect of elevated CO ₂ on the body size, enzyme activity and host selection behavior of <i>Bemisia tabaci</i> biotype B	WANG Xuexia, WANG Guohong, GE Feng (629)
The dynamics of super-cooling ability and biochemical substances in the overwintering <i>Carposina niponensis</i> Walsingham (Lepidoptera: Carposinidae) larvae	WANG Peng, LING Fei, YU Yi, et al (638)
A comparative study of macrobenthic community under different mariculture types in Xiangshan Bay, China	LIAO Yibo, SHOU Lu, ZENG Jiangning, et al (646)
Feeding ecology of dorab wolf-herring, <i>Chirocentrus dorab</i> from the Beibu Gulf	YAN Yunrong, YANG Houchao, LU Huosheng, et al (654)
Make use of nest-site of oriental white stork in the Yellow River Estuary Nature Reserve	DUAN Yubao, TIAN Xiuhua, ZHU Shuyu, et al (666)
Winter and spring diet composition of feral yak in Helan Mountains, China	YAO Zhicheng, LIU Zhensheng, WANG Zhaoding, et al (673)
Effects of tree growth and soil properties on soil respiration rate in Chinese fir plantations	WANG Dan, WANG Bing, DAI Wei, et al (680)
Succession of potential vegetation in arid and semi-arid area of China	LI Fei, ZHAO Jun, ZHAO Chuanyan, ZHANG Xiaoqiang (689)
Responses on rhizosphere effect of two subalpine coniferous species to night-time warming and nitrogen fertilization in western Sichuan, China	WEI Yunyan, YIN Huajun, LIU Qing, et al (698)
Nitrogen and phosphorus contents in 44 wetland species from the Lake Erhai Basin	LU Jing, ZHOU Hongxia, TIAN Guangyu, et al (709)
Growth and physiological responses of the <i>Periploca sepium</i> Bunge seedlings to drought stress	AN Yuyan, LIANG Zongsuo, HAO Wenfang (716)
The spatial distribution and seasonal dynamics of fine roots in a mature <i>Caragana korshinskii</i> plantation	SHI Jianwei, WANG Mengben, CHEN Jianwen, et al (726)
The ultrastructure of chloroplast in mesophyll cell on two robinias under NaCl and Na ₂ SO ₄ stress	MENG Fanjuan, PANG Hongying, WANG Jianzhong, et al (734)
Relationship between tomato fruit growth and environmental factors under protected facility cultivation	CHENG Zhihui, CHEN Xuejin, LAI Linling, et al (742)
Effect of grafting eggplant on root exudates and disease resistance under <i>Verticillium dahliae</i> stress	ZHOU Baoli, LIU Na, YE Xueling, et al (749)
The drought risk zoning of winter wheat in North China	WU Dongli, WANG Chunyi, XUE Hongxi, et al (760)
Heat balance of cold type wheat field at grain-filling stage under drought stress condition	YAN Jufang, ZHANG Songwu, LIU Dangxiao (770)
Effects of different straw returning treatments on soil water, maize growth and photosynthetic characteristics in the semi-arid area of Southern Ningxia	GAO Fei, JIA Zhikuan, LU Wentao, et al (777)
Osmotic and ionic stress effects of high NaCl concentration on seedlings of four wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) genotypes	XU Meng, MA Qiaorong, ZHANG Jitao, et al (784)
Effects of ferulic acid, p-hydroxybenzoic acid and their mixture on mineral nitrogen and relative microbial function groups in forest soils	MU Rong, PAN Kaiwen, WANG Jinchuang, et al (793)
Soil microbial biomass and the influencing factors under <i>Pinus tabulaeformis</i> and <i>Picea asperata</i> plantations in the upper Min-jiang River	JIANG Yuanming, PANG Xueyong, BAO Weikai (801)
Spatial distribution of arbuscular mycorrhizal fungi and dark septate endophytes in the rhizosphere of <i>Artemisia sphaerocephala</i> from Inner Mongolia desert	HE Xueli, WANG Yinyin, ZHAO Lili, et al (812)
Effect of chlorothalonil on soil microbial communities of <i>Larix</i> artificial shelter-forest	SHAO Yuanyuan, WANG Zhiying, ZOU Li, et al (819)
Research of the vegetation's cooling effect in city's residential quarter	LI Yinghan, WANG Junjian, LI Guicai, et al (830)
Landscape dynamics of Baiyangdian Lake from 1974 to 2007	ZHUANG Changwei, OUYANG Zhiyun, XU Weihua, et al (839)
Evaluation of tourism transport ecological footprint in Zhoushan islands	XIAO Jianhong, YU Qingdong, LIU Kang, et al (849)
Nitrogen transformation and its residue in pot experiments amended with organic and inorganic ¹⁵ N cross labeled fertilizers	PENG Peiqin, QIU Shaojun, HOU Hongbo, et al (858)
Effects of dissolve organic carbon (DOC) contents on sorption and desorption of phenanthrene on sediments during ageing	JIAO Lixin, MENG Wei, ZHENG Binghui, et al (866)
Heavy metal concentrations and bioaccumulation of ramie (<i>Boehmeria nivea</i>) growing on 3 mining areas in Shimen, Lengshuijiang and Liuyang of Hunan Province	SHE Wei, JIE Yucheng, XING Hucheng, et al (874)
Discussion	
Climate characteristic of seasonal variation and its influence on annual growth period of <i>populus euphratica</i> Oliv in Hexi Corridor in recent 55 years	LIU Puxing, ZHANG Kexin (882)
Forward trajectory analysis of wheat aphids during long-distance migration using HYSPLIT model	YU Zhenxing, WU Yuqing, JIANG Yueli, et al (889)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊*

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

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 3 期 (2011 年 2 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 3 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		

