

DOI: 10.5846/stxb201308052025

段玉宝, 田秀华, 马建章, 朱书玉, 单凯. 黄河三角洲东方白鹳繁殖期觅食栖息地的利用. 生态学报, 2015, 35(8): 2628-2634.

Duan Y B, Tian X H, Ma J Z, Zhu S Y, Shan K. Foraging habitat use of the oriental white stork during its breeding season. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(8): 2628-2634.

黄河三角洲东方白鹳繁殖期觅食栖息地的利用

段玉宝¹, 田秀华^{1,*}, 马建章¹, 朱书玉², 单 凯²

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

摘要: 2008 和 2009 年 3—6 月, 在黄河三角洲自然保护区采用定点观察、GPS 定位、样方调查和逐步判别分析等方法对东方白鹳 (*Ciconia boyciana*) 繁殖期觅食地的利用进行了研究。共测定了 75 个觅食利用样方和 74 个对照样方的 14 个生态因子。结果表明, 东方白鹳繁殖期倾向于在明水面、芦苇沼泽和滩地中觅食, 对草地和农田利用极少。偏向于食物丰富度较高的觅食点; 对隐蔽级高低没有明显的偏好。对利用样方和对照样方进行比较, 发现利用样方具有植被高度和植被盖度较低, 觅食地水深相对较浅, 距明水面、芦苇沼泽、树林等距离较近, 距重度干扰源较远等特征。逐步判别分析表明, 距芦苇沼泽距离、样方内水深、距重度干扰源距离、食物丰富度和明水面距离具有重要作用, 由这 5 个变量构成的方程在对繁殖季节东方白鹳觅食地利用样方和对照样方进行区分时, 正确判别率可以达到 95.5%。东方白鹳繁殖期觅食地的利用主要与水源、人为干扰和食物条件有关。

关键词: 东方白鹳; 繁殖期; 觅食栖息地; 逐步判别分析

Foraging habitat use of the oriental white stork during its breeding season

DUAN Yubao¹, TIAN Xiuhua^{1,*}, MA Jianzhang¹, ZHU Shuyu², SHAN Kai²

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

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

Abstract: The oriental white stork (*Ciconia boyciana*) is one of the largest birds, with a wing span of up to two meters. Its breeding territory extends from the Amur to the Ussuri River in east Siberia, and 2500 individuals estimated still exist worldwide. According to the IUCN red list, however, the survival of this species is still in peril. Yellow River Estuary nature reserve had become their new breeding sites since 2005. From March to June in 2008 and 2009, the forage habitat use of Oriental white stork during its breeding season was studied in the Yellow River Estuary nature reserve by the methods of fixed-spot observation, GPS positioning, sampling plot investigation and stepwise discriminant analysis, by the methods of fixed-spot observation, GPS positioning, sampling plot investigation and stepwise discriminant analysis. With a forage site as the center, a 1m × 1m square quadrat was Set up, and another four square samples were installed of 5—10 miles around the first square quadrat. Based on the previous research methods and the actual situation, 14 ecological factors were determined as follows: vegetation type, vegetation height, vegetation density, vegetation coverage, sheltering class, water depth in quadrat, the distance to water, the distance to the reed marsh, the distance to the serious disturbance, the distance to the mild disturbance, the distance to grassland, the distance to forests, distance to nest and the distance to farmland. In order to ensure the randomness of quadrats the study area will be divided into 256 areas with equal or similar size, in which the quadrat must be covered. If the Oriental white stork foraged within the quadrats, this quadrat would be removed. A total of 75 foraging and 74 random plots were measured and analyzed in each site. The Oriental white stork

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: 2013-08-05; **网络出版日期:** 2014-07-25

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

preferred water depth of about 20cm, the reed marsh and the beach, while they avoided grassland and farmland. Comparing the used sites with the random plots, the used sites were characterized by lower vegetation height and density, lower water depth, shorter distance to water source, the reed marsh and forests, farther to the serious disturbance, and more abundance of food. Nine ecological factors which had significant difference were analyzed using Spearman's rank correlation test, and the correlation coefficients were less than 0.6. Stepwise discriminant analysis indicated that distance to the reed marsh, water depth in quadrat, distance to the serious disturbance, distance to the serious disturbance, food abundance, distance to water were critically factors to discriminate foraging sites and random plots. The overall classification model developed from five variables was successful to distinguish the used sites from random ones at probability of 95.5%. Water, human disturbance and food are main factors which affect foraging habitat use of Oriental white stork during its breeding season.

Key Words: *Ciconia boyciana*; breeding season; foraging habitat use; Stepwise discriminant analysis

栖息地为鸟类提供充足的食物资源、适宜的繁殖地点、躲避天敌和不良气候的保护条件等一系列能保证其生存和繁衍的基本条件^[1]。对特定生境的喜好由遗传和环境双重决定,并随生境质量及时间、地点而发生变化^[2],繁殖期是决定鸟类种群数量动态的关键时刻,鸟类在这一时期对觅食栖息地的利用尤为重要^[3]。研究鸟类觅食栖息地的利用,可以了解鸟类的取食行为和环境因子的关系,为濒危鸟类的保护和管理提供参考资料^[4-5]。

东方白鹳(*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,东方白鹳分布在中国和俄罗斯东部边界上的黑龙江和乌苏里江一带以及中国东部的长江中下游地区^[6],目前全球野生数量仅 2500 只左右^[7]。日本、韩国过去都有过东方白鹳繁殖记载,20 世纪 70 年代后已不再有野生繁殖种群存在^[8]。东方白鹳 2003 年首次在黄河三角洲繁殖,而后保护区实施湿地恢复工程、人工招引及加强管理,使东方白鹳连续 11a 在此繁殖,2013 年已经增至 36 巢,繁殖幼鸟 114 只,累积繁殖巢址 151 个,出壳幼鸟 357 只,目前已经成为我国最大的东方白鹳繁殖基地之一。

鉴于东方白鹳濒危程度,国内外学者对其迁徙^[9-10]、生境选择^[11-12]、重引入^[8,13]、人工饲养条件下的繁殖与行为^[14-15]、分子遗传方面^[16-17]均有研究,但就觅食地利用的研究而言,有学者在洪河、鄱阳湖、图牧吉保护区做过类似研究^[18-20],对东方白鹳新繁殖^[21]的觅食地利用较为详尽研究尚属首次。为此,于 2008—2009 年 3—6 月对黄河三角洲保护区东方白鹳繁殖期的觅食地利用进行了探讨,为东方白鹳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°07'—E119°10'、N37°20'—N38°12'。面积达 6100 km²,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 3.3 m/s,近 30 年年均温度为 11.9℃,年平均地面温度为 14.6℃,年平均降水量为 592.2 mm,年平均无霜期约 210 d。

每年 2—5 月东方白鹳迁徙至区内的电线杆或人工招引杆上开始筑巢,直到 12 月底除了少数个体越冬外,大部分迁徙离开保护区^[22]。东方白鹳偏好沼泽和浅水湖泊栖息,在黄河三角洲,东方白鹳觅食区主要集中在大汶流管理站 0.333 万 hm² 湿地恢复区的黄河入海口两侧的潮间带和芦苇湿地。区内地势平坦,滩涂宽阔,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。同域分布的水鸟还有丹顶鹤(*Grus japonensis*)、灰鹤(*Grus grus*)、苍鹭(*Ardea cinerea*)、大白鹭(*Egretta alba*)等。

1.2 数据的采集

1.2.1 利用样方的设定

2008 和 2009 年的 3—6 月对该保护区东方白鹳的主要繁殖地 0.333 万 hm² 湿地恢复区进行定点法和样

线法观察,参照地面标识物并结合行为特征来确定其觅食生境类型和觅食范围,待东方白鹳觅食飞走后,进入觅食地,并用 GPS 定位。参照前人对东方白鹳和其他鸟类的研究^[18,20,23]以及实际情况,在确定的觅食区域内,随机选取一点,设置 1 m×1 m 样方 1 个,在该点东、南、西、北四个方向的 5—10 m 处分别设 1 m×1 m 样方 1 个,记录各种生境因子,取其平均值,定义为 1 个利用样方,调查路线见图 1,共测量并筛选觅食利用样方 75 个。所测生境因子包括:

植被类型 分为芦苇沼泽、滩地、明水面、草甸、农田;

植被高度 (cm) 测量觅食样方内植被平均自然高度;

植被密度 (株/m²) 测量觅食样方内每平方米植被数量;

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;

隐蔽级^[24] 植被高度>80 cm,植被密度>100 根/m²,定义为隐蔽级高;40 cm<植被高度<80 cm,植被密度>100 根/m²,定义为隐蔽级较高;40 cm<植被高度<80 cm,植被密度<100 根/m²,定义为隐蔽级中;植被高度<40 cm,定义为隐蔽级低;取值分别为 1,2,3,4。

样方内水深 (cm) 测量觅食样方内东、南、西、北、中 5 个不同方位的水深,取平均值 (cm);

距明水面距离 (m) 测量觅食点距最近一个面积大于 25m² 的明水面的直线距离 (在明水面中觅食记为 0);

距重度干扰源距离 (m) 测量觅食点距离最近公路或旅游区的直线距离;

距轻度干扰源距离 (m) 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;

距沼泽距离 (m) 测量觅食点距离最近沼泽的直线距离 (在沼泽中觅食记为 0);

距树林、草地距离 (m) 分别测量觅食点距离最近树林、草地的直线距离;

距巢距离 (m) 测量觅食点距离繁殖巢的直线距离;

食物丰富度^[25-26] 指鱼类、蛙类、贝类等食物的丰富度,根据食物数量和密度分为无、少、一般和多 4 级,相应的取值为 1,2,3,4。

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、腾丽微等人^[27-28]的研究方法,将本研究区分为 256 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鹳觅食,那么将该样方剔除,共筛选对照样方 74 个。

1.3 数据处理

利用卡方检验分析东方白鹳觅食区与对照区在非数值型生态因子的利用上是否存在差异。利用单个样本的 Kolmogorov-Smirnov Test 检验数据是否呈正态分布。当数据符合正态分布时,使用独立样本的 *t*-检验;当变量不符合正态分布,使用 Mann-Whitney *U*-检验。

使用 Spearman 判断变量之间的相关性,当两变量之间的相关系数的绝对值大于或等于 0.6 时^[29],则取生物学意义比较重要的变量进入下一步分析。运用逐步判别方法对觅食地利用样方与对照样方的生态因子进行分析,以确定影响繁殖期东方白鹳对觅食生境利用的关键因子。

数据采用 Mean±SD 表示,其中 Mean 为算术平均值,SD 为标准差。数据统计、分析均利用 SPSS19.0 软件

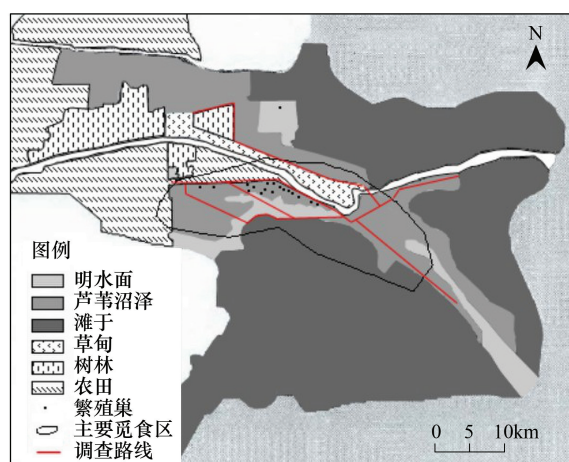


图 1 东方白鹳主要觅食区域调查示意图

Fig. 1 The distribution of survey area on foraging sites of Oriental white stork

包进行。

2 结果与分析

2.1 繁殖期觅食栖息地类型

繁殖期共观察东方白鹳觅食 412 只/次,研究区域的 5 中栖息地类型中,东方白鹳对觅食地的类型有着明显的选择性($\chi^2 = 187.68, df = 4, P < 0.01$),倾向于明水面、芦苇沼泽和滩地,其中芦苇沼泽频率最高(53.33%);明水面觅食(38.17%);滩地觅食较少(7%)。对草地和农田基本避开(仅 1.5%)。黄河三角洲东方白鹳觅食地主要集中在 0.333 万 hm^2 湿地恢复区的芦苇沼泽地及沼泽地与湖泊交界处的浅水地带,繁殖中前期,芦苇尚未长高,觅食区域主要在芦苇沼泽中,随着芦苇的生长,觅食地逐渐由芦苇沼泽向边缘的明水面转移。另外,该区域边缘的滩涂,偶尔也有繁殖个体觅食。

对觅食地的食物量($\chi^2_{\text{食物量}} = 164.45, df = 3, P < 0.01$)也存在明显的选择性,偏好食物较丰富(44.1%)和丰富(26.1%)的生境;而对觅食地隐蔽级没有明显选择性($\chi^2_{\text{隐蔽级}} = 1.94, df = 3, P > 0.05$)。

2.2 繁殖期东方白鹳觅食栖息地的一般特征

利用单个样本的 Kolmogorov-Smirnov Test 检验觅食生境变量,结果均不符合正态分布($P < 0.5$),故均采用 Mann-Whitney U -检验,结果参见表 1。植被高度、植被盖度、样方内水深、距明水面距离、距重度干扰距离、距芦苇沼泽距离、距树林距离和食物丰富度等均与对照样方存在显著或极显著差异,说明东方白鹳偏好觅食地要求植被高度和植被盖度较低,觅食地水深相对较浅,距明水面、芦苇沼泽、树林等距离较近,距重度干扰源较远,食物较为丰富。

表 1 东方白鹳繁殖期觅食样方和对照样方之间各生态因子的显著性检验

Table 1 Significance test on the ecological factors between Oriental white stork foraging and comparison areas

变量 Variable	觅食地样方 Foraging sample($n = 75$)	对照样方 Control sample($n = 74$)	Z	显著性(Sig.)
植被高度 Vegetation height	69.52±67.88	75.09±51.17	-2.866	0.032 *
植被密度 Vegetation density	99.88±102.29	116.92±139.86	-0.044	0.965
植被盖度 Vegetation coverage	17.44±9.86	17.66±18.08	-2.628	0.011 *
隐蔽级 Sheltering class	2.54±1.28	2.30±1.66	-1.936	0.053
样方内水深 Water depth in quadrat	21.41±8.98	29.63±55.56	-9.128	0.000 **
距明水面距离 Distance to water	33.03±95.81	241.59±302.79	-10.179	0.000 **
距重度干扰源距离 Distance to the serious disturbance	908.84±645.32	540.78±357.84	-6.907	0.000 **
距轻度干扰源距离 Distance to the mild disturbance	354.80±173.09	358.79±140.17	-0.756	0.450
距芦苇沼泽距离 Distance to the reed marsh	25.76±56.72	826.01±394.45	-15.117	0.000 **
距农田距离 Distance to farmland	1674.63±693.25	1464.15±584.98	-1.747	0.081
距树林距离 Distance to woods	1409.22±715.50	1650±850.53	-2.523	0.017 *
距草地距离 Distance to grass	1732.71±1072.70	1637.32±761.07	-0.017	0.986
距巢距离 Distance to nest	812.83±758.99	1230.76±456.03	-3.886	0.037 *
食物丰富度 Food abundance	2.95±0.77	1.59±0.72	-13.338	0.000 **

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

2.3 东方白鹳繁殖期觅食地变量的逐步判别分析

为了检验各栖息地参数之间是否独立,将表 1 中差异显著的 9 个变量进行了 Spearman 相关分析,发现相关系数绝对值均小于 0.6,故将 9 个变量全部纳入逐步判别分析,以筛选出影响东方白鹳繁殖期觅食地利用的关键因子。

从表 2 中可以看出,在区分觅食区和对照区方面有一系列因素发挥作用,距芦苇沼泽距离、样方内水深、

距重度干扰源距离、食物丰富度和明水面距离 5 个因子的判别能力最强。标准化的典型判别函数为 $y = 0.885 \times \text{距芦苇沼泽距离} + 0.748 \times \text{样方内水深} - 0.528 \times \text{距重度干扰源距离} - 0.463 \times \text{食物丰富度} + 0.382 \times \text{距明水面距离}$ 。由这 5 个变量构成的方程判别准确率达 95.5%, 可以较好地将觅食地样方与对照样方分开。

表 2 东方白鹳繁殖期觅食地与对照区变量的逐步判别分析结果

Table 2 Consequence of the stepwise discriminant analysis of habitat variables between the used samples and control samples of Oriental white stork during its breeding season

变量 Variable	判别系数 Coefficients	Wilks' λ	F	显著性 Sig.
距芦苇沼泽距离 Distance to the reed marsh	0.885	0.375	297.325	0.000
样方内水深 Water depth in quadrat	0.748	0.306	149.403	0.000
距重度干扰源距离 Distance to the serious disturbance	-0.528	0.264	92.742	0.000
食物丰富度 Food abundance	-0.463	0.223	52.411	0.000
距明水面距离 Distance to water	0.382	0.202	40.036	0.000

3 讨论

动物找到合适的生存环境时, 不仅考虑环境是否适合于栖息和繁殖, 也要考虑是否有充足的食物供应^[30]。觅食地的利用直接影响着鸟类繁殖的成效, 同时也影响鸟类的生长速度和健康程度^[31]。东方白鹳是湿地鸟类的代表种之一, 充沛的水资源为其提供了丰富的食物和栖息场所。从食性分析也可以看出, 东方白鹳对鱼的消化能力最强, 食物来源主要是鱼类^[25]。在繁殖期觅食栖息地的利用中主要集中在鱼类生活的环境中(芦苇沼泽、明水面), 而在相对干旱的草地和农田(旱田)东方白鹳利用极少, 但因有软体动物、昆虫以及蛇类的存在, 东方白鹳偶尔也会去觅食。在逐步判别分析中(表 2), 距芦苇沼泽距离和距明水面距离因子均进入判别方程, 也充分证明了水资源的对于东方白鹳觅食地利用的重要性, 这也与其他迁徙停歇地^[20]、繁殖地^[18]的偏好是相同的。每年在 5—7 月, 日本丰冈市洪水期, 重引入的东方白鹳 80% 觅食时间均花费在水稻田里^[8], 这与本研究结论相仿。另外, 觅食地水深也是判别方程中极为重要的因子, 本研究区域东方白鹳觅食地水深(21.41±8.98) cm, 这比迁徙停歇地图牧吉保护区觅食地 5—10 cm^[20]水深值略大, 和韩国重引入的东方白鹳选择水深 40 cm 的鱼塘、水深 20 cm 的水稻田^[32]相似, 与越冬地鄱阳湖湿地觅食地水深 5—40 cm 相近^[19]。但水过深以及植被较高、盖度较大(表 1)的地点东方白鹳选择避开, 究其原因一方面可能因为水过深东方白鹳无法落脚, 另一方面发现食物也相对困难, 较难捕食。

人为干扰对东方白鹳的取食、取材等行为造成很大影响, 导致产生警戒、逃逸等行为^[33-34]。轻度人为干扰源(土路、抽油机等)对东方白鹳干扰不显著, 但是重度干扰源(公路、旅游区等)对其干扰极其显著(表 1), 选择远离 900 m 以上的生境觅食, 而洪河保护区^[21]东方白鹳在春季觅食多偏好在离人为干扰 1000 m 以上, 结果基本一致。成年东方白鹳在黄河在三角洲地区几乎没有天敌, 人为干扰已成为中断其觅食的最主要因素, 特别是在繁殖后期, 东方白鹳需要大量的食物来满足幼鸟的需要, 觅食频率也随之增加, 故控制人为干扰已成为影响东方白鹳繁殖率高低的因素之一。

繁殖初期, 东方白鹳在配对、占巢、孵化过程中, 常常受到其他个体前来干扰, 入侵领域的行为时有发生。此时, 另外的一只东方白鹳此刻迅速回巢, 通过击喙、展翅等行为进行驱赶入侵个体, 安徽安庆繁殖的个体也出现同样情况^[34]。这段期间繁殖个体常常在距离巢较近的地方觅食。而进入幼鸟出壳后, 很少出现入侵的个体, 但是此时幼鸟成长发育需要大量的食物, 为了捕捉较多的食物, 亲鸟增大觅食范围, 此时觅食地离巢区距离远大于繁殖初期。

隐蔽通常是很多物种选择觅食地的重要条件^[35-36], 但是本研究发现, 在黄河三角洲东方白鹳的觅食场所常常缺乏隐蔽条件, 或者隐蔽级较低, 这与其他鸟类觅食地利用的研究明显不同, 也与在洪河保护区^[21]繁殖的东方白鹳的研究差异较大。即使在芦苇沼泽中觅食, 芦苇的高度也不足 1 m, 植被也不足以对东方白鹳形

成有效的遮挡。东方白鹳警戒性极高,隐蔽物少时,视野相对开阔,当干扰源距 1 km 以内时,它便可迅速飞离觅食地;东方白鹳在明水面觅食时,偏好在芦苇沼泽边缘地带,说明东方白鹳有意避开干扰,此外沼泽和水面也起到了天然隔离的作用。另外,在距离树林距离因子中,差异显著,可能是因为整个繁殖期,特别是幼鸟出壳前,东方白鹳一直叨树枝进行修巢的行为,觅食后便于近距离取材修巢。

黄河三角洲自然保护区自 2003 年开始实施湿地恢复工程,已经形成了 4238 hm²的湿地生态系统^[37],珍贵的湿地资源为东方白鹳的生存提供和丰富的水和食物资源,加之人为干扰的控制使东方白鹳得以繁衍生息,故加强湿地的保护对东方白鹳的生存具有重要意义。

致谢:野外工作得到了黄河三角洲国家级自然保护区的支持,诺丁汉大学访问博士 Helen Xie 帮助写作,特此致谢。

参考文献 (References):

- [1] 张正旺, 郑光美. 中国动物科学研究. 北京: 中国林业出版社, 1999: 1099-1104.
- [2] Ptaszky J, Kosicki J, Sparks T H, Tryjanowski P. Changes in the timing and pattern of arrival of the White Stork (*Ciconia ciconia*) in western Poland. *Journal of Ornithology*, 2003, 144(3): 323-329.
- [3] 闫永峰, 朱杰, 翟兴礼, 倪自银, 刘迺发. 高山雪鸡繁殖期觅食和警戒行为的性别差异. *动物学杂志*, 2007, 42(6): 48-52.
- [4] 马志军, 丁长青, 李欣海, 路宝忠, 翟天庆, 郑光美. 朱鹳冬季觅食地的选择. *动物学研究*, 2001, 22(1): 46-50.
- [5] Wilson K, Recher H F. Foraging ecology and habitat selection of the Yellow-plumed Honeyeater, *Lichenostomus ornatus*, in a Western Australian woodland: Implications for conservation. *Emu*, 2001, 101(1): 89-94.
- [6] 王岐山, 杨兆芬. 东方白鹳研究现状. *安徽大学学报: 自然科学版*, 1995, (1): 82-99.
- [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] Kazuaki N, Hiroshi I. Habitat restoration for the reintroduction of oriental white storks. *Global Environmental Research*, 2007, 11: 217-221.
- [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(6): 683-698.
- [10] Hiroto S, Masayuki T, Hiroyoshi H. Migration routes and important stopover sites of endangered Oriental white storks (*Ciconia boyciana*) as revealed by satellite tracking. *Polar Research*, 2004, 58: 162-178.
- [11] 段玉宝, 田秀华, 朱书玉, 丁鹏, 单凯, 卢小琴. 黄河三角洲自然保护区东方白鹳的巢址利用. *生态学报*, 2011, 31(3): 666-672.
- [12] 薛委委. 黄河三角洲东方白鹳繁殖生态和栖息地选择特征 [D]. 合肥: 安徽大学, 2010.
- [13] Kikuchi N, Ikeda H. Reintroduction project of the oriental white stork for local community sustainability. *Landscape Research Japan*, 2009, 72(4): 368-372.
- [14] Catherine E K. Reproductive management of the Oriental white stork *Ciconia boyciana* in captivity. *International Zoo Yearbook*, 1990, 29: 85-90.
- [15] Han X D, Wu Z G, Tian F M, Sun F. Observation on behavior of adult Oriental white stork in nesting period. *Journal of Forestry Research*, 1999, 10(2): 118-120.
- [16] Murata K, Satou M, Matsushima K, Satake S and 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(4): 553-560.
- [17] Huang Y, Zhou L Z. Screening and application of microsatellite markers for genetic diversity analysis of Oriental white stork (*Ciconia boyciana*). *Chinese Birds*, 2011, 2(1): 33-38.
- [18] 刘志鹏. 洪河自然保护区东方白鹳不同季节觅食生境比较研究 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2008.
- [19] 王禹石, 阮禄章, 黄鹏, 罗华星, 陈绍萍. 鄱阳湖越冬季节东方白鹳栖息地选择及保护现状研究. *安徽农业科学*, 2010, 38(14): 7376-7378.
- [20] 王丽, 李梦莎, 冯红明. 内蒙古图牧吉秋季东方白鹳的觅食生境. *东北林业大学学报*, 2007, 35(8): 52-53.
- [21] 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.
- [22] 连海燕. 山东黄河三角洲国家级自然保护区东方白鹳种群恢复与保护现状. *科技创新导报*, 2011, (20): 227-229.
- [23] 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.
- [24] 舒莹, 胡远满, 冷文芳, 朱书玉, 单凯. 黄河三角洲丹顶鹤秋冬季生境选择机制. *生态学杂志*, 2006, 25(8): 954-958.
- [25] 程岭. 黑龙江中游地区东方白鹳的食性分析. *野生动物*, 1994, (2): 29-32.

- [26] 赵洪峰, 罗磊, 常秀云, 高学斌, 李夏, 侯玉宝, 刘小军. 陕西北野放朱鹮秋季觅食地选择与食物丰富度. 动物学杂志, 2010, 45(1): 83-89.
- [27] 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.
- [28] 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.
- [29] Lahaye W S, Gutiérrez R J. Nest sites and nesting habitat of the Northern Spotted Owl in northwestern California. The Condor, 1999, 101(2): 324-330.
- [30] Donazar J A, Negro J J, Hiraldo F. Foraging habitat selection, land-use changes and population decline in the Lesser Kestrel *Falco naumanni*. Journal of Applied Ecology, 1993, 30(3): 515-522.
- [31] Prokop P. The effect of nest usurpation on breeding success of the Black-billed Magpie *Pica pica*. Biologia Bratislava, 2004, 59(2): 213-217.
- [32] Yoon J M, Na S H, Kim S K, Park S R. Use of the foraging area by captive bred Oriental storks (*Ciconia boyciana*) in a closed semi natural paddy field. Journal of Ecology and Field Biology, 2012, 35(2): 149-155.
- [33] 侯银续, 周立志, 杨陈, 王岐山. 越冬地东方白鹳的繁殖干扰. 动物学研究, 2007, 28(4): 344-352.
- [34] 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.
- [35] 孙砚峰. 河北平山湿地水鸟群落结构及黑鹳(*Ciconia nigra*)的觅食生境选择 [D]. 石家庄: 河北师范大学, 2006.
- [36] 赵匠, 万冬梅, 王海涛, 高玮. 大鸨繁殖期觅食地的选择. 应用生态学报, 2005, 16(3): 501-504.
- [37] 王立东. 黄河三角洲东方白鹳繁殖研究. 山东林业科技, 2012, (3): 48-49.