

# 鸮嘴鹛越冬觅食地选择与食物资源调查

叶元兴<sup>①</sup> 王楠<sup>②\*</sup> 丁长青<sup>①</sup>

① 北京林业大学生物科学与技术学院 北京 100083; ② 北京林业大学自然保护区学院 北京 100083

**摘要:**2010年1~3月在四川省稻城地区对有鸮嘴鹛(*Ibidorhyncha struthersii*)觅食的河段进行调查,发现鸮嘴鹛87只,密度为1.24只/km,集群平均个体数为(2.12±0.89)只/群。采用样方法调查其觅食地的生境特征,调查其觅食地样方41个,对照样方54个。逐步判别分析结果表明,影响鸮嘴鹛冬季觅食地选择的关键因子是:直径大于30cm石头盖度、河心岛面积、干扰距离、水深、河滩的宽度。其觅食频率为(18.39±2.36)次/min( $n=50$ ),觅食成功率为29.39%±13.24%( $n=50$ )。样方调查( $n=50$ )发现9种食物资源,鸮嘴鹛觅食河段中石蛾(Trichoptera)幼虫(37.72%±12.96%)、石蝇(Plecoptera)幼虫(36.36%±6.06%)和甲壳类(17.76%±7.74%)比例较高,共占样方内食物数量91.84%。

**关键词:**鸮嘴鹛;四川稻城;觅食地;食性

**中图分类号:**Q958 **文献标识码:**A **文章编号:**0250-3263(2012)02-46-06

## Winter Feeding Site Selection and Food Resource of Ibisbill in Western Sichuan Province, China

YE Yuan-Xing<sup>①</sup> WANG Nan<sup>②\*</sup> DING Chang-Qing<sup>①</sup>

① College of Biological Sciences and Biotechnology, Beijing Forestry University, Beijing 100083;

② College of Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

**Abstract:** Feeding site selection of the Ibisbill (*Ibidorhyncha struthersii*) was investigated at Daocheng in western Sichuan Province of China from January to March 2010. 87 birds were observed; density of birds is 1.24 per km, the average group size is 2.12 ± 0.89. 41 used sites and 74 controlled sites were recorded (altitude from 3 715 to 4 200 m). By stepwise discriminant analysis, the key factors relating to feeding site selection of the Ibisbill were stone cover with diameter more than 30 cm, acreage of island, interfering distance, river width and the width of bank. Observations on both foraging and ingestion indicated that the foraging frequency is 18.39 ± 2.36 ( $n=50$ ) and ingestion success rate is 29.39% ± 13.24% ( $n=50$ ). 9 kinds of food resource were examined, and sampling method suggested that Ibisbill preyed mainly on caddisfly larvae (Trichoptera) (37.72% ± 12.96%), stonefly larvae (Plecoptera) (36.36% ± 6.06%) and crustaceans (17.76% ± 7.74%).

**Key words:** Ibisbill (*Ibidorhyncha struthersii*); Daocheng Sichuan; Feeding site; Food

鸮嘴鹛 (*Ibidorhyncha struthersii*) 在分类上属于 鸮形目 (Charadriiformes) 鸮嘴鹛科 (*Ibidorhynchidae*) 鸮嘴鹛属, 是分布于喜马拉雅山脉及中南亚地区多砾石的河谷或者湍急溪涧附近的一种中等体型涉禽<sup>[1-3]</sup>, 为罕见地方性留鸟及垂直性迁移的候鸟, 大部分种群栖于海拔 1 700 ~ 4 400 m 的地区, 但是也有在低海

拔地区越冬<sup>[4-5]</sup>。由于鸮嘴鹛繁殖地点偏僻、种群密度低, 对其研究较少, 仅见巢、窝卵数、卵

**基金项目** 国家自然科学基金项目 (No. 30800101);

\* 通讯作者, E-mail: wangnan761227@yahoo.com.cn;

**第一作者介绍** 叶元兴, 男, 硕士研究生; 研究方向: 鸟类学;

E-mail: yeyuanxing110@163.com。

收稿日期: 2011-09-18, 修回日期: 2012-01-01

的量度、繁殖行为、食性、分类地位和觅食地描述等报道<sup>[6-10]</sup>。鸚嘴鵲的觅食地选择与食性研究尚未开展。为了解这一物种的觅食地选择规律和食物资源状况,笔者于2010年1~3月对其冬季觅食地与食物资源进行调查,旨在加深对物种了解,为保护物种提供基础信息。

## 1 研究地点

研究地点在四川省甘孜藏族自治州稻城县(27°58'~29°30'N,99°56'~100°36'E)(图1),位于青藏高原东南缘,横断山脉东侧,海拔2000~6032 m,属大陆性季风高原型气候,年平均气温4.1℃,年平均降水量约为636 mm,年平均相对湿度约为56%,年平均日照时数2629.4 h,无霜期为32 d。研究区域地势自西北向东南逐渐降低,丘状、冰蚀岩盆和断陷盆地遍于地表,由高山积雪融化形成若干条河流,县内主要有稻城河、赤土河、东义河三大水系。本研究在稻城河及其支流进行,稻城河流域面积达到1844 km<sup>2</sup>,年均流量达14.79 m<sup>3</sup>/s,上游地势开阔平坦,流速较缓,下游河床狭窄,水流湍急,每年11月份进入枯水季节,次年3月份为最低水位,冬季部分河流未结冰。河流两岸

的植被组成简单,类型主要为高山灌丛草甸,川滇高山栎林(*Quercus aquifolioides*)、云南云杉林(*Picea likiangensis*),还有少量落叶阔叶混交林。

## 2 研究方法

**2.1 数据收集** 2010年1~3月在研究区域内用样线法在河流中搜寻鸚嘴鵲,调查线路累积总长108 km(图1)。前期调查结果表明,稻城海拔3700 m以下的河段为深沟峡谷,4100 m以上河流狭窄,没有鸚嘴鵲分布,本次研究仅限于有鸚嘴鵲分布的海拔3712~4055 m河段。在发现鸚嘴鵲的觅食地点用GPS记录经纬度、海拔;目测样方所在河流的宽度,河滩的宽度,距最近干扰(道路、民房、人为活动)距离和河心岛面积(调查人员经过目测距离的训练);观察鸚嘴鵲觅食680次,合计45只,60 h,发现其多在距离河岸0~2 m的水中觅食(93.4%),用米尺(精度1 mm)测量距河岸2 m内河流水深(3次平均),以反映其觅食地水下坡度;在取样河流距离岸边2 m放置木块,用秒表记录木块漂流10 m的时间,以此反映河水流速(重复2次以上)。并以GPS点为

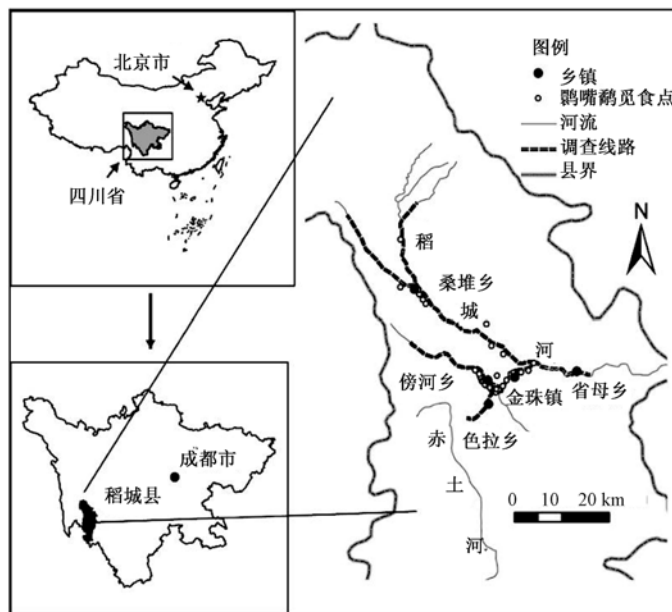


图1 研究区域的地理位置示意图

Fig. 1 Location of the study area, Daocheng County, Sichuan Province, China

中心,4 m × 10 m 内(沿河流10 m,垂直河流方向各2 m)随机选取3个1 m × 1 m 样方,记录样方内石头、土壤和植被的盖度,按长径将石头大小分成5个级别(小于5 cm、5 ~ 10 cm、10 ~ 20 cm、20 ~ 30 cm 和大于30 cm),目测各别石头盖度,并测量最大石头的长径和短径,以平均值反映最大石头直径(调查人员在调查前进行过各级石头盖度估测训练)。沿河流每隔1 km取一个对照样方,调查内容与鸛嘴鹬觅食地样方相同。共记录鸛嘴鹬觅食地样方41个(图1),对对照样方54个。

正式调查前进行过长期观察训练,可以确定食物种类。正式调查时,采用20 ~ 60 倍的单筒望远镜,观察距离为50 ~ 100 m,观察87个样本,合计观察了200 h。2010年1 ~ 3月,在其觅食地随机选取5个样方,每个样方面积0.5 m × 0.5 m,合计调查10个觅食地。具体方法:用4张0.5 m × 0.5 m × 0.5 cm 铁网(网孔为2 mm × 2 mm)固定样方,挖出样方内上层5 ~ 6 cm 的沙石以及下层5 ~ 8 cm 的沙土,用2 mm × 2 mm 的筛网过滤,捡取动物实体,放入75%的酒精容器中保存,在实验室完成种类的鉴定和数量的统计工作。观察鸛嘴鹬觅食时每分钟内从水中抬头的次数以及是否取得食物,以确定觅食频次和觅食成功率。

**2.2 数据分析** 先用Kolmogorov-Smirnov Z-test 检验觅食地各因子的数据是否符合正态分布。对符合正态分布的数据使用独立样本 *t*-检验;对不符合正态分布的数据使用Mann-Whitney *U* 检验。分析数据以平均值 ± 标准差(Mean ± SD)形式表现。所有数据的统计和分析均在SPSS 18.0 软件中进行。

### 3 结果

**3.1 数量和集群行为** 记录鸛嘴鹬87只,密度为1.24只/km,集群平均个体数为(2.12 ± 0.89)只/群( $n = 41$ )。2只的群体比例最大,达到41.46%,4只以上比例最小,仅占7.32%(图2),卡方检验发现其冬季集群数量有显著差异( $\chi^2 = 8.266, df = 3, P < 0.05$ )。

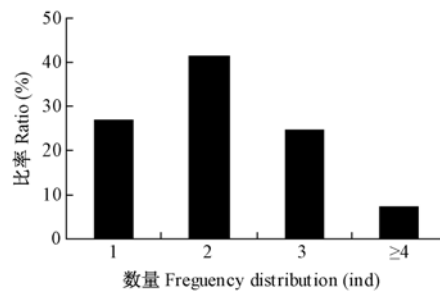


图2 鸛嘴鹬越冬集群大小

Fig. 2 The frequency distribution of wintering Ibisbill

**3.2 觅食地选择** *t*-检验和 *U* 检验表明,鸛嘴鹬觅食地样方中的水深、石头盖度和直径10 ~ 20 cm 石头盖度这些生境变量存在显著差异( $P < 0.05$ ),河滩宽度、河心岛面积、干扰距离和直径大于30 cm 石头盖度生境变量存在极显著差异( $P < 0.01$ )(表1)。鸛嘴鹬冬季偏爱水较浅、石头盖度和直径30 cm 石头盖度较小、河滩较宽、河心岛面积较大、干扰距离较远、直径10 ~ 20 cm 石头盖度较大的河流生境。

**3.3 影响鸛嘴鹬觅食地选择的主要因子** 将表1中7个差异性显著的生境变量进行Spearman 相关性分析,发现生境变量之间的相关系数的绝对值均小于0.6,因此,7个生境变量全部进行逐步判别分析,筛选影响鸛嘴鹬觅食地选择的关键因子(表2)。

结果表明,在区分觅食地样方和对对照样方中,有一系列因素发挥作用,贡献的大小依次为:直径大于30 cm 石头盖度、河心岛面积、干扰距离、水深、河滩的宽度。这5个变量构成的方程在对觅食地样方和对对照样方进行区分时,正确率达到79.1%。

**3.4 冬季食物资源** 鸛嘴鹬在冬季觅食地内的觅食频率为(18.39 ± 2.36)次/min( $n = 50$ ),成功觅食频率为(5.43 ± 2.61)次/min,觅食成功率为29.39% ± 13.24%。鸛嘴鹬冬季觅食地的50个样方中调查到可供鸛嘴鹬觅食的食物共9类,其中7种被确定取食,石蛾(Trichoptera)幼虫、石蝇(Plecoptera)幼虫和甲壳类合计占91.84%(表3)。

表 1 鸚嘴鵲越冬期觅食地样方与对照样方生境变量的比较

Table 1 Comparison of habitat variables between used sites and controlled sites of wintering Ibisbill

生境变量 Variable	利用样方 ( $n = 41$ ) Used sites	对照样方 ( $n = 54$ ) Controlled sites	$Z^a$	$T^b$
河流宽度 River width (m)	10.88 ± 1.42	17.46 ± 1.17	-1.747	
河滩宽度 The width of bank (m)	39.37 ± 22.56	26.54 ± 22.33		2.711 **
水深 River depth (cm)	12.54 ± 1.12	19.88 ± 1.88	-2.859 *	
河流流速 Velocity (m/s)	0.44 ± 0.04	0.38 ± 0.03		1.098
河心岛面积 Acreage of island (m <sup>2</sup> )	345.89 ± 92.64	68.78 ± 23.79	-2.243 **	
海拔 Altitude (m)	3 824.37 ± 12.12	3 860.24 ± 14.97		-1.863
干扰距离 Interfering distance (m)	135.00 ± 18.97	73.44 ± 9.10	-2.662 **	
石头盖度 Stone cover (%)	84.85 ± 2.02	88.52 ± 1.83	-2.118 *	
土壤盖度 Soil cover (%)	11.56 ± 1.04	10.06 ± 1.05	-1.740	
植被盖度 Vegetation cover (%)	3.63 ± 1.35	1.56 ± 1.11	-1.956	
最大石头大小 The largest stone (cm <sup>2</sup> )	1 068.24 ± 200.03	4 657.42 ± 1 429.06	-1.731	
直径小于 5 cm 石头盖度 (%) Stone cover with diameter less than 5 cm	25.46 ± 1.87	26.50 ± 2.07		-0.371
直径 5 ~ 10 cm 石头盖度 (%) Stone cover with diameter between 5 and 10 cm	21.44 ± 1.32	20.62 ± 1.29		-0.441
直径 10 ~ 20 cm 石头盖度 (%) Stone cover with diameter between 10 and 20 cm	18.54 ± 0.74	15.50 ± 1.08		2.338 *
直径 20 ~ 30 cm 石头盖度 (%) Stone cover with diameter between 20 and 30 cm	10.83 ± 1.36	8.72 ± 0.92		1.287
直径大于 30 cm 石头盖度 (%) Stone cover with diameter more than 30 cm	4.00 ± 1.09	13.58 ± 2.42	-2.714 **	

a: Mann-Whitney  $U$  检验,  $Z$  值; b: 独立样本  $t$ -检验,  $t$  值。\*:  $P < 0.05$ , \*\*:  $P < 0.01$ 。

a: Mann-Whitney  $U$ -test,  $Z$  value; b: Independent-Samples  $t$ -test,  $t$  value.

表 2 鸚嘴鵲越冬期觅食地样方与对照样方生境变量逐步判别分析结果

Table 2 Consequences of the stepwise discriminant analysis of habitat variables between used sites and controlled sites of wintering Ibisbill

生境变量 Variable	判别系数 Coefficients	Wilks' $\lambda$	$F$	$P$
直径大于 30 cm 石头盖度 (%) Stone cover with diameter more than 30 cm	-0.527	0.888	11.260	0.001
河心岛面积 Acreage of island (m <sup>2</sup> )	0.402	0.785	12.018	0.000
干扰距离 Interfering distance (m)	0.438	0.722	11.190	0.000
水深 River width (cm)	-0.485	0.677	10.251	0.000
河滩宽度 The width of bank (m)	0.366	0.648	9.245	0.000

表 3 鸚嘴鵲越冬期的觅食地样方食物资源分析

Table 3 Analysis of food resources in feeding site of wintering Ibisbill

种类 Species	数量 Number (ind)	比例 Ratio (%)	取食 Foraging
石蛾幼虫 Caddisfly larvae	8.62 ± 1.30	37.72 ± 12.96	Y
石蝇幼虫 Stonefly larvae	7.58 ± 0.95	36.36 ± 6.06	Y
甲壳类 Crustacean	4.56 ± 1.10	17.76 ± 7.74	Y
鞘翅目昆虫 Coleoptera	0.92 ± 0.41	4.11 ± 1.26	Y
鱼 Unidentified fish	0.92 ± 0.39	2.08 ± 0.33	Y
水蛭 Leech	0.30 ± 0.13	2.04 ± 0.55	Y
未识别昆虫 Unidentified insect	0.22 ± 0.20	1.32 ± 0.12	N
浮游幼虫 Mayfly larva	0.22 ± 0.07	0.87 ± 0.34	N
蝌蚪 Unidentified polliwog	0.14 ± 0.09	0.34 ± 0.02	Y
合计 Total	23.48	100.00	

食物资源数量为样方内平均值 ± 标准差。Y: 取食; N: 未见取食。

The number of food resources are Mean ± SD. Y: Foraging; N: Unknown foraging.

## 4 讨论

**4.1 觅食地特征** 食物、水和隐蔽物是野生动物栖息地选择的 3 个要素<sup>[11]</sup>,同时也受到物种种间、种内关系以及环境条件的影响,适宜的栖息地是野生动物生存的基础<sup>[12]</sup>。

物种的栖息地选择受捕食压力影响,动物会通过选择有效避免捕食者的栖息环境来降低被捕食的风险<sup>[13-14]</sup>。在骨顶鸡(*Fulica atra*)、黑嘴鸥(*Larus saundersi*)等水鸟以及白冠长尾雉(*Syrnaticus reevesii*)、蓝马鸡(*Crossoptilon auritum*)<sup>[15-18]</sup>等雉类的栖息地选择研究中发现隐蔽性是其栖息地选择的重要因子。调查中发现鸚嘴鹬躲避的天敌主要为黑耳鸢(*Milvus lineatus*)、白尾海雕(*Haliaeetus albicilla*)、普通鸢(*Buteo butio*)、大鸢(*B. hemilasius*)和苍鹰(*Accipiter gentilis*)等猛禽以及香鼬(*Mustela altaica*)。鸚嘴鹬多选择石滩环境栖息的原因是石滩可以为其提供隐蔽环境,鸚嘴鹬体色为灰黑色,与砾石的颜色相同,河滩较宽的流域,对其起到良好的隐蔽作用,在石滩环境中,其体态和体色可以与环境融合,无论是行走还是休息,都不易被天敌发现,这与藏雪鸡(*Tetraogallus tibetanus*)多选择在岩石多的地方休息相似<sup>[19]</sup>。观察中还发现,其遭遇猛禽时多静伏于石滩中,危险临近时才迅速逃离,在石滩中的移动多为疾走<sup>[6]</sup>。直径大于 30 cm 石头盖度过高,会增大环境中较大石头的阻隔,阻挡其行动和巡视周围环境的视线,不利于其行动和发现并躲避天敌。其觅食河流中多有较大的河心岛,能够提供极好的庇护场所。

以往研究发现水深是影响水鸟觅食地选择的重要因素,过于陡峭的河岸不利于鸚鹬类觅食<sup>[20-21]</sup>。水深直接影响鸚鹬类觅食效率,随着水深的增加,其觅食效率会降低<sup>[22]</sup>。每一种水中觅食的水鸟都有其适合的水深,一些体型较大的涉禽需要更深的水深,以扩大其觅食领域并进而提高觅食效率<sup>[23-24]</sup>。水深是影响鸚嘴鹬觅食地选择的重要因素,涉禽的觅食地选择受其跗跖、颈部和喙部的长度以及喙形影

响<sup>[25-26]</sup>,鸚嘴鹬体长 39.2 ~ 39.9 cm,跗跖 4.52 ~ 4.57 cm,喙长 6.9 ~ 7.7 cm(中国科学院动物研究所标本测量结果,  $n = 28$ ),水深对其活动影响很大,太深的地方不利于其觅食。本研究中,其多选择水深在  $(12.54 \pm 1.12)$  cm 河流中,用喙部探寻石滩底部的食物。

鸚嘴鹬的体态和行为也都与河流石滩生境相适应,其喙部长而下弯,取食方式为伸展喙部和头部,在水中卵石缝隙之间探寻<sup>[6]</sup>。高原河流在冬季水位下降后,石滩大面积外露,由于卵石之间空隙大,隐藏了大量底栖动物(表 3),且喙长往往意味着能啄食匿藏较深的底栖动物<sup>[27]</sup>,更易于在水中翻动并在石下缝隙中探寻猎物。干扰也是鸚嘴鹬冬季觅食地选择的重要因素之一,其多选择离干扰距离较远的地区觅食,人类的干扰会影响其觅食地选择。

**4.2 食物资源分析** 本次调查鸚嘴鹬主要食物资源为石蛾幼虫、石蝇幼虫和甲壳类,本次研究为冬季,海拔高,条件严酷,肉食性鸟类在石滩与草地中不易获得食物<sup>[6]</sup>,鸚嘴鹬多选择在河流中觅食,河流中昆虫的种类相对较少,但是底栖动物密度较高,为鸚嘴鹬提供了较为丰富的食物资源。调查中发现其觅食频率为  $(18.39 \pm 2.36)$  次/min,小于金斑鸻(*Pluvialis fulva*)和青脚鹬(*Tringa nebularia*)<sup>[28]</sup>。有学者认为,觅食频率较低是由于其喙部缺乏完善肌肉组织<sup>[29]</sup>。其成功觅食次数为  $(5.43 \pm 2.61)$  次/min,觅食成功率为  $29.39\% \pm 13.24\%$ ,与 1984 年 Pierce 在尼泊尔研究发现鸚嘴鹬觅食成功率高达 73% 差别较大<sup>[6]</sup>,可能与河流的地理位置和食物的密度有关。

**4.3 保护建议** 鸚嘴鹬沿河流分布,生态位狭窄<sup>[6]</sup>,在国内虽然分布范围较广,但实际分布面积有限,种群密度低<sup>[30]</sup>,保护状况不容乐观,应该给予关注。根据以上讨论,针对其栖息地依赖,提出以下几点建议:(1)在其栖息地应该控制采石挖沙,减少对河床、河岸的破坏;(2)底栖动物是其主要食物资源,应该减少河流污染,保证河流内充足的底栖动物。

**封面照片** 宋晔 2010 年 1 月 3 日摄于北京市

怀柔白河峡谷。

**致谢** 本研究得到四川省林业厅、甘孜州林业局和稻城县林业局的协助, 琼久一家在生活上给予亲切关怀和照顾, 北京林业大学徐基良老师对论文撰写给予帮助, 阙品甲、朱平芬、邢爽同学协助野外工作, 在此一并表示感谢。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录. 北京: 科学出版社, 2005.
- [ 2 ] Baker A J, Pereira S L, Paton T A. Phylogenetic relationships and divergence times of Charadriiformes genera: multigene evidence for the Cretaceous origin of at least 14 clades of shorebirds. *Biology Letters*, 2007, 3(2): 205 - 209.
- [ 3 ] Livezey B C. Phylogenetics of modern shorebirds (Charadriiformes) based on phenotypic evidence: analysis and discussion. *Zool J Linn Soc*, 2010, 160(3): 567 - 618.
- [ 4 ] Stepanyan L S. Possible relations of *Ibidorhyncha struthersii* and notes estimate using the method of characters compatibility and analysis. *Trans Zool Soc Lond*, 1979, 34: 263 - 345.
- [ 5 ] 安文山. 鸕嘴鹬生态调查研究//中国动物学会. 纪念陈桢教授诞辰 100 周年论文集. 北京: 中国科学技术出版社, 1994: 359 - 363.
- [ 6 ] Pierce R J. Observations on behaviour and foraging of the Ibisbill *Ibidorhyncha struthersii* in Nepal. *Ibis*, 1986, 128(1): 37 - 47.
- [ 7 ] Baker E. *The Nidification of Birds of the Indian Empire*. London: Taylor and Francis, 1935.
- [ 8 ] Kovbar A F. Zur Brutbiologie des Ibischnabels, *Ibidorhyncha struthersii* vig., 1832. *Mitt Zool*, 1980, 56: 33 - 40.
- [ 9 ] Simmons K. The head-scratching method of the Ibisbill *Ibidorhyncha struthersii*. *Ibis*, 1986, 129(1): 114 - 115.
- [ 10 ] 孙砚峰, 李剑平, 吴跃峰. 河北平山鸕嘴鹬的繁殖生物学资料. *四川动物*, 2010, 29(6): 907.
- [ 11 ] Root R B. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecol Monogr*, 1967, 37(4): 317 - 350.
- [ 12 ] Cody M L. *Habitat Selection in Birds*. New York: Academic Press, 1985.
- [ 13 ] Houtman R, Dill L M. The influence of predation risk on diet selectivity: A theoretical analysis. *Evol Ecol*, 1988, 12(3): 251 - 262.
- [ 14 ] Ydenberg R C, Butler R W, Lank D B, et al. Trade-offs, condition dependence and stopover site selection by migrating sandpipers. *J Avian Biol*, 2002, 33(1): 47 - 55.
- [ 15 ] 张微微, 马建章, 李金波. 骨顶鸡 (*Fulica atra*) 的巢址选择研究. *东北师大学报: 自然科学版*, 2010, 42(3): 114 - 120.
- [ 16 ] 江红星, 楚国忠, 侯韵秋. 江苏盐城黑嘴鸥的繁殖栖息地选择. *生态学报*, 2002, 22(7): 999 - 1004.
- [ 17 ] 徐基良, 张晓辉, 张正旺, 等. 白冠长尾雉越冬期栖息地选择的多尺度分析. *生态学报*, 2006, 26(7): 2061 - 2067.
- [ 18 ] 刘振生, 曹丽荣, 李志刚, 等. 贺兰山蓝马鸡越冬期栖息地的选择. *动物学杂志*, 2005, 40(2): 38 - 43.
- [ 19 ] 李佳琦, 史红全, 刘迺发. 拉萨藏雪鸡春季栖息地选择. *动物学研究*, 2006, 27(5): 513 - 517.
- [ 20 ] Velasquez C R. Managing artificial salt pans as a waterbird habitat: species' responses to water level manipulation. *Colonial Waterbirds*, 1992, 15(1): 43 - 55.
- [ 21 ] Colwell M A, Taft O W. Waterbird communities in managed wetlands of varying water depth. *Waterbirds*, 2000, 23(1): 45 - 55.
- [ 22 ] Gawlik D E. The effects of prey availability on the numerical response of wading birds. *Ecol Monogr*, 2002, 72(3): 329 - 346.
- [ 23 ] Baker M C. Morphological correlates of habitat selection in a community of shorebirds (Charadriiformes). *Oikos*, 1979, 33(1): 121 - 126.
- [ 24 ] Isola C R, Colwell M A, Taft O W, et al. Interspecific differences in habitat use of shorebirds and waterfowl foraging in managed wetlands of California's San Joaquin Valley. *Waterbirds*, 2002, 25(2): 196 - 203.
- [ 25 ] Darnell T, Smith E H. Avian use of natural and created salt marsh in Texas, USA. *Waterbirds*, 2004, 27(3): 355 - 361.
- [ 26 ] Ntiamao-Baidu Y, Piersma T, Wiersma P, et al. Water depth selection, daily feeding routines and diets of waterbirds in coastal lagoons in Ghana. *Ibis*, 1998, 140(1): 89 - 103.
- [ 27 ] 王天厚, 钱国帧. 长江口杭州湾鸕形目鸟类. 上海: 华东师范大学出版社, 1988: 112 - 119.
- [ 28 ] 杨月伟, 张伟, 王军, 等. 人为干扰对两种鸕形目鸟类觅食行为的影响. *曲阜师范大学学报: 自然科学版*, 2007, 33(3): 113 - 115.
- [ 29 ] Burton P J K. *Feeding and the Feeding Apparatus in Waders: A Study of Anatomy and Adaptations in the Charadrii*. London: British Museum, 1974.
- [ 30 ] 王岐山, 马鸣, 高育仁. 中国动物志: 鸟纲 第五卷 鸕形目 鸕形目 鸕形目. 北京: 科学出版社, 2006.