

鄱阳湖越冬白鹤觅食地特征分析

孙志勇 黄晓凤*

(江西省林业科学院野生动植物保护研究所 南昌 330032)

摘要:2008年11月至2009年3月,采用样线法、样方法和因子分析法对鄱阳湖国家级自然保护区越冬白鹤(*Grus leucogranus*)觅食地特征进行了研究。结果表明,白鹤在保护区的分布具有时空动态性,主要受水位和食物的控制;白鹤对不同类型觅食地具有选择性($P < 0.05$),对沉水植物型觅食地,即以苦草(*Vallisneria natans*)、黑藻(*Hydrilla verticillata*)、马来眼子菜(*Potamogeton malaianus*)为主的沉水植物型生境利用度最大;白鹤各型觅食地各因子的方差分析表明,植被因子具有极显著差异($P < 0.001$),基底因子和掘食因子具有显著差异($P < 0.05$);因子分析表明,觅食地选择以取食效率因子为主,其次是基底因子和食物丰富度因子。

关键词:鄱阳湖;白鹤;觅食地;因子分析

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2010)06-46-07

Analysis on the Characteristics of Feeding Habitat of the Wintering Siberian Crane in Poyang Lake

SUN Zhi-Yong HUANG Xiao-Feng*

(Institute of Wildlife Conservation, Jiangxi Academy of Forestry, Nanchang 330032, China)

Abstract: From November 2008 to March 2009, the characteristic of the feeding habitat wintering Siberian Crane (*Grus leucogranus*) was studied using line transect, plot sampling measurement and factor analysis methods in Poyang Lake National Nature Reserve of Jiangxi Province. We found: the distribution of the Siberian Crane in the Poyang Lake showed spatio-temporal dynamics, mainly affected by the factors of water and food. There is a significant selection of the Siberian Crane on the different feeding habitats ($P < 0.05$), and the bird favored on the habitat of submerged plants, dominated on *Vallisneria atans*, *Hydrilla verticillata*, *Potamogeton malaianus*. Based on variance and factor analysis, we discovered that there were significant differences in vegetation ($P < 0.001$), basement and digging food factors ($P < 0.05$). As to feeding habitat selection of Siberian Crane, the feeding efficiency factor was dominant with basement and food abundance factors followed.

Key words: Poyang Lake; Siberian Crane (*Grus leucogranus*); Feeding habitat; Factor analysis

白鹤(*Grus leucogranus*)隶属于鹤形目鹤科鹤属,是国家I级重点保护野生动物,IUCN红皮书将其列为全球濒危种类。全世界分布的野生白鹤数量不足4000只,大部分在西伯利亚的东北部繁殖,沿中国的长江中下游越冬^[1-2]。对于越冬期白鹤的研究主要集中在数量分布和迁徙动态方面^[3-9],而有关越冬期白鹤觅食地的研究尚未有系统报道。江西鄱阳湖

国家级自然保护区是白鹤最主要的越冬地,每年来此越冬的白鹤近3000只^[10]。我们从越冬白鹤觅食地特征分析入手,对保护区越冬白

基金项目 江西省自然科学基金项目(No. 2007GQN2301);

* 通讯作者, E-mail: hxfwell@126.com;

第一作者介绍 孙志勇, 硕士, 助理研究员; 研究方向: 动物生态学; E-mail: andyd@163.com。

收稿日期: 2010-05-06, 修回日期: 2010-09-27

鹤的取食生态进行了探讨。

1 研究地概况

江西鄱阳湖国家级自然保护区(东经 $115^{\circ}55'$ ~ $116^{\circ}03'$, 北纬 $29^{\circ}05'$ ~ $29^{\circ}15'$) 位于江西省北部中国第一大淡水湖——鄱阳湖的西北角,是生物多样性十分丰富的国际重要湿地、全球主要的白鹤越冬地、亚洲最大的候鸟越冬地。保护区管辖有大湖池、沙湖、蚌湖、朱市湖等 9 个湖泊,总面积为 $22\,400\text{ hm}^2$ 。保护区属亚热带湿润性季风型气候,气候温暖,光照充足,无霜期长。该区在冬候鸟主要栖息期(11 月至翌春 3 月)内降水量较小,尤其是 11 月至翌春 1 月,降水量极小。保护区内水位涨落受五河及长江来水的双重影响,丰水期湖相,枯水期陆相,地貌包括水域、沙洲、泥滩和草洲。保护区高程多在海拔 $12\sim 18\text{ m}$ 之间, 14 m 以下多为泥滩;高程 $14\sim 18\text{ m}$ 间为草洲;沙洲面积很小。在枯水期,洲滩出露,出现以苔草(*Carex* spp.) 为主体的湿生植物群落和以芦苇(*Phragmites australis*)、南荻(*Triarrhena lutarioriparia*) 为主体的挺水植物群落;在洪水期,洲滩淹没,形成以眼子菜(*Potamogeton octandrus*)、苦草(*Vallisneria spiralis*)、黑藻(*Hydrilla verticillata*) 为主体的沉水植物群落和菱(*Trapa bispinosa*)、荇菜(*Nymphaea peltatum*) 为主体的浮叶植物群落。

2 研究方法

2008 年 11 月至 2009 年 3 月,采用样线法、样方法及因子分析法对鄱阳湖国家级自然保护区越冬白鹤的觅食地特征进行了研究。

2.1 数量分布调查 由于保护区处于平原地区,地理地貌几乎全部为湖泊湿地和草洲,有利于观察,所以野外调查采用样线法进行全面调查。根据保护区的地形、水文及土地利用状况等因素,每隔 10 d 对保护区内白鹤的数量分布进行一次调查,前后共进行了 13 次。观察工具为 Leica 77 单筒望远镜(20 ~ 60 倍)和 OLYMPUS 双筒望远镜(8 × 42 倍)。每次布设

调查样线 24 条,每条样线长度为 2 ~ 3 km,调查时间为 6 ~ 10 h,人员为 4 或 5 人。调查的过程中记录白鹤的数量和分布点坐标,确定越冬白鹤在保护区不同时期的觅食地分布范围和觅食地类型。

2.2 觅食地类型划分 觅食地确认以白鹤在该栖息地是否有取食行为以及觅食地点是否有取食痕迹为准。根据觅食地植被群系的不同将白鹤的觅食地分为 4 种类型。

A 湿生植物。以蓼子草(*Polygonum criopolitanum*)、荸荠(*Eleocharis tuberosa*) 群落为主,此类型觅食地中还有牛毛毡(*Eleocharis yokoscensis*)、茺荻菊(*Cotula anthemoides*)、肉根毛茛(*Ranunculus polii*) 及少量苔草分布,因水位下降、挺水植物生发而大面积形成,为白鹤在保护区越冬前期主要觅食地。

B 挺水植物。以苔草、菱和苦草为主的挺水沉水混合植物生境。此类型觅食地分布有菱等浮水植物,一些浮水植物和沉水植物带由于水位下降使苔草等挺水植物生发,从而形成了这种混合型觅食地,此类型觅食地为白鹤越冬中期主要觅食地。

C 沉水植物。以苦草、黑藻、眼子菜为主的沉水植物生境。此类型觅食地还分布有金鱼藻(*Ceratophyllum demersum*) 等沉水植物,由于水位进一步下降而形成。当沉水植物带的水位下降到白鹤觅食的适宜深度,此种觅食地成为白鹤最主要的觅食地,是白鹤越冬中后期主要觅食地。

D 滩涂。此类型觅食地为白鹤越冬后期的觅食地,是由于白鹤不断掘食和水位进一步下降而形成。此类型觅食地多为浅水泥滩或沙滩,泥沙表面没有植物分布,白鹤主要食物为泥沙中的沉水植物根茎和软体动物。

2.3 觅食地因子测量 觅食地因子测量采用样方法,测量样方的设置遵循随机性的原则,每种类型的觅食地设 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的样方 20 个。测量的因子共 8 个。

植被因子 3 个。

1) 植被高度:用米尺测量生境中植被高度

(cm)。

2) 植被密度:计数样方 4 个角 25 cm × 25 cm 内的植物棵数,计算出样方内植物密度(棵/m²)。

3) 植被盖度:即样方中植物的投影面积,以目测估算测量,分为 4 个等级。0 ~ 25% 量化为 1, 25% ~ 50% 量化为 2, 50% ~ 75% 量化为 3, 75% ~ 100% 量化为 4。

基底因子 2 个。

4) 基底状况:样方基底为沉水植物底的量化为 1、泥底量化为 2、沙底量化为 3。

5) 基底硬度:即基底的硬度,分为 3 个等级,硬 1、中 2、软 3。

水因子 1 个。

6) 水深:用米尺测量水底到水面的高度(cm)。

掘食因子 2 个。

7) 掘食深度:用米尺测量掘食坑底到坑沿的高度(cm)。

8) 掘食面积:即掘食坑的面积占样方面积的比例,以目测估算测量。0 ~ 25% 量化为 1, 25% ~ 50% 量化为 2, 50% ~ 75% 量化为 3, 75% ~ 100% 量化为 4。

2.4 数据分析 对白鹤的数量分布数据采用卡方(Chi-square)统计进行显著性检验,检验白鹤在各型觅食地出现频次及各型觅食地分布的平均只数是否存在差异;对觅食地因子数据进行单因素方差分析(one-way ANOVA)和主成分分析,检验各觅食地因子是否存在差异以及影响白鹤觅食地选择的主要因素。所有统计分析均利用 SPSS for Windows (11.5) 软件包完成。

3 结果分析

3.1 觅食地类型及分布规律 通过对保护区白鹤的调查,初步掌握了保护区内白鹤的时空分布规律。保护区白鹤分布点如图 1 所示。

保护区白鹤在各湖各觅食地类型中活动频次及平均数量见表 1。对各觅食地类型白鹤出现频次及平均只数进行 χ^2 检验,表明白鹤在各

型觅食地出现频次有显著差异($\chi^2 = 8.353$, $df = 3$, $P < 0.05$),而白鹤在各型觅食地的平均数量有极显著差异($\chi^2 = 37.291$, $df = 3$, $P < 0.001$)。由表 1 可知,白鹤对沉水植物类型的觅食地利用度最高,此种生境主要分布在大汉湖、蚌湖、大湖池及沙湖周边。

在越冬白鹤到达保护区的前期,由于保护区各湖水水位偏高,白鹤主要利用湿生植物类型的觅食地。这个时期白鹤主要分布在保护区的大汉湖和常湖池周围湿生植物带,白鹤的主要食物为湿生植物的嫩根。在白鹤越冬中期,越冬白鹤数量达到最大,此时保护区水位进一步下降,大量的滩涂出露。这个时期白鹤主要利用挺水植物类型的觅食地,并开始利用少量的沉水植物类型的觅食地。以大汉湖、沙湖和大湖池为主要分布地,主要食物为苦草、马来眼子菜及新生苔草的根。白鹤挺水植物型觅食地的利用频次与湿生植物型觅食地几乎持平,但是挺水沉水植物类型的觅食地承载力更大,每次观察到的平均只数达到 360.3 只。在白鹤越冬的中后期,白鹤开始主要利用沉水植物型觅食地。白鹤对以苦草、黑藻、马来眼子菜为主的沉水植物生境选择性最高,这与该生境内大量分布着白鹤的主要食物——苦草有关^[10],该类型觅食地的承载能力也最高,平均达到 508.0 只/次,说明沉水植物型觅食地是白鹤最主要的觅食地。滩涂类型的觅食地为白鹤越冬后期所利用。此类型觅食地一方面是由于水位下降所形成;另一方面是由于水禽对水草的不断掘食造成。挺水植物及沉水植物型觅食地都会因水鸟的掘食和湿地的演替不断地转化成滩涂类型觅食地。

3.2 觅食地因子差异分析 鄱阳湖保护区越冬白鹤觅食地生境各因子的测量数据见表 2,由于滩涂型觅食地地表植被缺失,故前 3 个因子数据缺失。

通过对觅食地挺水植物高度方差分析表明,湿生植物、挺水植物和沉水植物 3 种类型觅食地的挺水植被高度具有极显著差异($F = 95.515$, $df = 245$, $P < 0.001$);对觅食地植被密

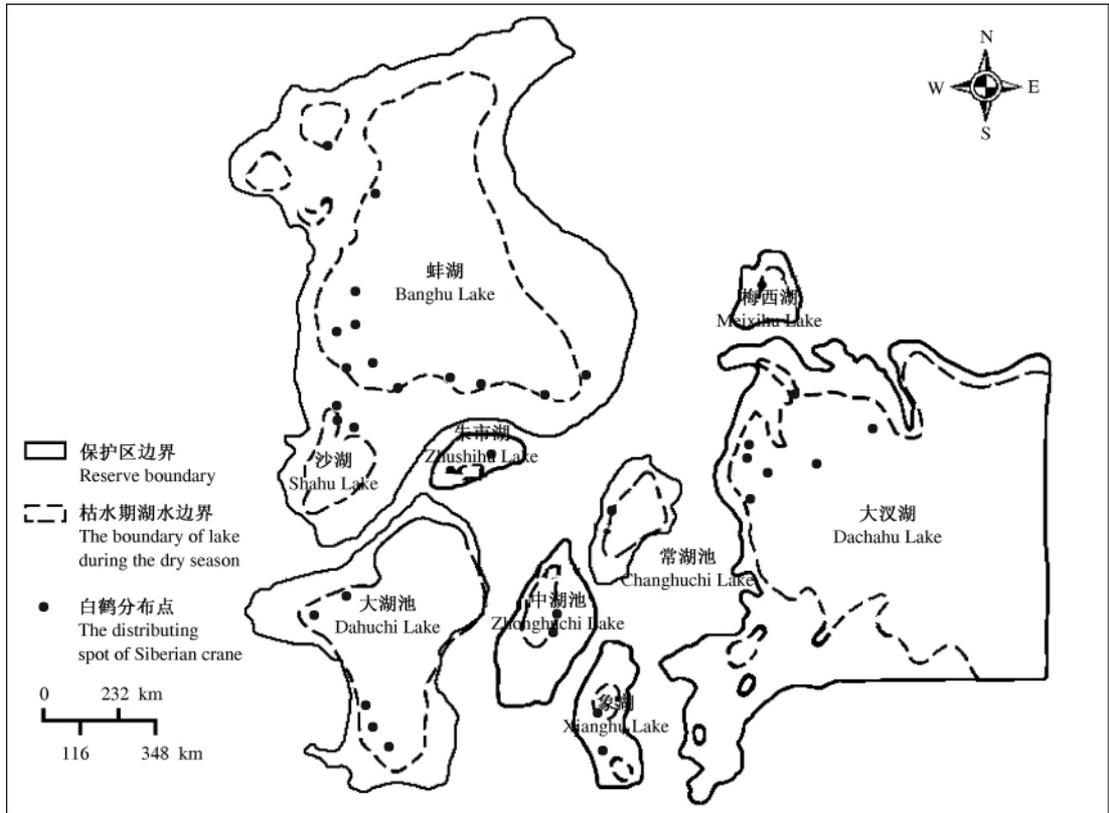


图 1 鄱阳湖国家级自然保护区越冬白鹤分布示意图

Fig. 1 Distribution of wintering Siberian Crane's in Poyang Lake National Nature Reserve

表 1 鄱阳湖国家级自然保护区白鹤在各个湖各型觅食地分布频次及数量

Table 1 Observations of Siberian Crane in different feeding sites in Poyang Lake National Nature Reserve

	分布频次 Frequency			
	湿生植物 Hydrophytes	挺水植物 Emergent plants	沉水植物 Submerged plants	滩涂 Mudflat
大湖池 Dahuchi Lake	0	3	5	2
常湖池 Changhuchi Lake	2	0	0	0
中湖池 Zhonghuchi Lake	0	1	1	1
沙湖 Shahu Lake	0	1	5	1
大汉湖 Dachahu Lake	8	3	7	6
蚌湖 Banghu Lake	0	4	8	6
梅西湖 Meixihu Lake	1	0	1	0
象湖 Xianghu Lake	1	0	0	0
朱市湖 Zhushihu Lake	0	1	1	0
总计 Total	12	13	27	16
平均数量 (只/次) Average number	97.4	360.3	508.0	413.1

表 2 鄱阳湖国家级自然保护区越冬白鹤觅食地因子量化表

Table 2 The quantization table of the factor of wintering Siberian Crane's feeding sites in Poyang Lake National Nature Reserve

	湿生植物 Hygrophytes	挺水植物 Emergent plants	沉水植物 Submerged plants	滩涂 Mudflat	F
植被高度 Vegetation height (cm)	5.89 ± 0.23	19.58 ± 1.94	18.15 ± 1.35		95.515 **
植被密度 Vegetation density (棵/m ²)	869.52 ± 80.60	29.20 ± 7.65	20.45 ± 6.80		42.165 **
植被盖度 Vegetation coverage	3.00 ± 1.20	3.12 ± 0.82	2.77 ± 0.30		20.944 *
水深 Water depth (cm)	9.89 ± 1.28	8.58 ± 0.36	9.15 ± 0.49	9.22 ± 0.38	9.017
基底状况 Basement types	1.90 ± 0.31	1.24 ± 0.16	1.56 ± 0.61	2.00 ± 0.00	19.757 *
基底硬度 Basement hardness	1.50 ± 0.51	1.68 ± 0.78	2.06 ± 0.59	2.35 ± 0.17	31.856 *
掘食深度 Digging depth (cm)	5.96 ± 0.44	4.46 ± 0.79	6.17 ± 0.64	7.25 ± 1.17	27.023 *
掘食面积 Digging area	1.45 ± 0.12	1.21 ± 0.14	1.62 ± 0.43	1.37 ± 0.38	42.574 *

* : $P < 0.05$; ** : $P < 0.001$.

度的方差分析表明,湿生植物、挺水植物和沉水植物 3 种类型觅食地的挺水植被密度具有极显著差异 ($F = 42.165$, $df = 59$, $P < 0.001$);通过对觅食地植被盖度的方差分析表明,湿生植物、挺水植物和沉水植物型觅食地的植被盖度差异显著 ($F = 20.944$, $df = 59$, $P < 0.05$)。通过对不同觅食地水深、基底状况、基底硬度的方差分析表明:4 种类型觅食地水深没有显著差异 ($F = 9.017$, $df = 79$, $P > 0.05$);基底状况具有显著差异 ($F = 19.757$, $df = 79$, $P < 0.05$);基底硬度具有显著差异 ($F = 31.856$, $df = 79$, $P < 0.05$)。通过对不同觅食地掘食深度和掘食面积的方差分析表明:4 种类型觅食地掘食深度有显著差异 ($F = 27.023$, $df = 79$, $P < 0.05$);掘食面积具有显著差异 ($F = 42.574$, $df = 79$, $P < 0.05$)。

3.3 觅食地各因子主成分分析 觅食地各因子的主成分分析表明(表 3),前 4 个主成分的特征值均大于 1,累积贡献率达到 80.952%,说明前 4 个主成分基本包含了全部因子所具有的绝大部分信息,可以较好地解释白鹤的生境特征数据,因此只选用前 4 个主成分进行分析^[11],不再考虑其余的主成分。进一步计算各生境因子载荷系数的转置矩阵(表 4)。

根据表 4,各因子的载荷系数绝对值大小可以详细划分每一个主成分。第 1 主成分的特征值为 2.598,其中绝对值较大的因子为植被高度、水深、基底硬度,说明这 3 项有较大的信

表 3 鄱阳湖国家级自然保护区白鹤觅食地因子特征值

Table 3 The eigenvalue of the factor of wintering Siberian Crane's feeding sites in Poyang Lake National Nature Reserve

因子序号 Component	特征值 Eigenvalues	贡献率(%) Proportion of Variance	累积贡献率 Cumulative (%)
1	2.598	32.477	32.477
2	1.546	19.324	51.801
3	1.331	16.632	68.433
4	1.002	12.519	80.952
5	0.580	7.254	88.206
6	0.497	6.210	94.415
7	0.321	4.012	98.427
8	0.126	1.573	100.00

息荷载量,它们构成了影响白鹤觅食地选择的第 1 主成分的主要部分,因这 3 个因子直接影响白鹤的取食效率,可以定义为取食效率因子。第 2 主成分的特征值为 1.546,其中绝对值较大的因子为基底状况和掘食深度,说明这 2 项有较大的信息荷载量,它们构成了影响白鹤觅食地选择的第 2 主成分的主要部分。基底状况决定了食物构成,而掘食深度也因基底差异而不同,所以第二主成分可以定义为基底因子。第 3 主成分的特征值为 1.331,其中绝对值较大的因子为植物密度和掘食面积,说明这 2 项有较大的信息荷载量,它们构成了影响白鹤觅食地选择的第 3 主成分的主要部分,可以定义

为食物丰富度因子。第 4 主成分的特征值为 1.002,其中绝对值较大的因子为植被盖度,说明这一项有较大的信息荷载量,它构成了影响

白鹤觅食地选择的第 4 主成分的主要部分,可以定义为植被因子。

表 4 鄱阳湖国家级自然保护区白鹤觅食地因子载荷系数的转置矩阵表

Table 4 The load coefficient transposed matrix table of the factor of wintering Siberian Crane's feeding sites in Poyang Lake National Nature Reserve

因子 Factor	特征向量 Eigenvectors			
	1	2	3	4
植被高度 Vegetation height	0.749	0.146	0.114	0.289
植被密度 Vegetation density	0.011	-0.019	-0.111	0.947
植被盖度 Vegetation coverage	-0.341	0.231	-0.779	0.073
水深 Water depth	-0.866	-0.050	0.159	0.132
基底状况 Substrate types	0.057	0.926	-0.032	-0.094
基底硬度 Substrate hardness	0.843	0.035	0.236	0.016
掘食深度 Digging depth	0.296	0.655	0.280	0.460
掘食面积 Digging area	-0.167	0.395	0.825	-0.032

4 讨 论

鸟类栖息地大致反映了 3 个层次的含义:鸟类的地理分布区;在分布区内它们的生活环境(大生境);及在此环境中鸟类进行一切生命活动的场所(小生境)^[12]。鸟类对栖息地的选择以植被类型为基础,植被结构日益引起鸟类学家的关注而成为鸟类栖息地选择分析的一项重要研究内容^[13]。本研究的觅食地特征分析属小生境研究,以植被因子为基础。由于保护区白鹤越冬期觅食地都为浅水沼泽^[3],且是以掘食的方式取食,所以对觅食地的水和基底因子进行了研究。

在越冬的不同时期保护区内白鹤觅食地具有明显的时空动态性,随着保护区水位的变化,保护区白鹤的空间分布不断变化。保护区白鹤的空间分布随着不同类型觅食地面积的不断变化而变化,总的趋势是从湿生植物型觅食地逐渐向沉水植物型觅食地转变。1999 年李凤山在贵州草海对越冬黑颈鹤(*Grus nigricollis*)的栖息地选择从不同觅食地类型角度进行了研究,表明黑颈鹤对莎草草甸的选择性最高^[14],但并未对栖息地进行因子分析。

通过比较白鹤对不同觅食地生境的利用频

次表明,白鹤倾向利用以苦草、黑藻、马来眼子菜为主的沉水植物型栖息地,此类型觅食地食物最为丰富,利用度最大,每次观察到的平均个体数量达到 508.0 只,可见白鹤倾向于食物丰富度更高的觅食地。对于鹤类而言,越冬期的食物因素是重要的栖息地选择因素。敬凯等在崇明东滩对白头鹤(*G. monacha*)的觅食地特征研究表明,白头鹤倾向取食埋藏浅的食物,而潮水的冲刷作用是造成食物埋藏深度不同的主要原因^[15]。张文等对云南拉市海越冬灰鹤(*G. grus*)的生境利用研究表明,对越冬灰鹤生境选择贡献率最大的因子是食物因子^[16]。

白鹤各型觅食地因子的方差分析表明,植被密度以湿生植物型觅食地最大,而植被高度以挺水植物型觅食地最大,这是由于湿生植物型觅食地以新长出的蓼子草等新生植物为主,白鹤以新生植物的嫩根为食,而挺水植物、沉水植物、滩涂类型觅食地的主要食物为沉水植物的根。白鹤各型觅食地的水深没有显著差异,这是因为白鹤觅食地多为有稳定深度的有水环境,有一定水深在掘食的过程中易于漂洗掉根茎上的泥土,且有水环境基底经过浸泡硬度变小,更易于掘食。白鹤觅食地基底状况与基底硬度具有显著差异,各型觅食地这两个因子的

差异受植被和水的双重影响,因不同的植被决定了不同的基底,而不同时间水位下降演替出的觅食地基底硬度不同。掘食深度和掘食面积具有显著性差异,白鹤在沉水植物型和滩涂型觅食地的掘食深度更深,而在沉水植物型觅食地的掘食面积更大,这与沉水植物型觅食地为主要觅食地是分不开的。

白鹤觅食地各因子的主成分分析表明,觅食地选择的最主要因子是觅食效率因子。觅食效率因子的主要部分为水深、植被高度和基底硬度这3个因子,水深是影响基底硬度的最主要因子,而基底硬度直接影响白鹤的取食深度和速度。植被高度也是影响白鹤取食效率的因素,因为植被越高密度越大,对于白鹤掘食根茎造成的阻碍更大。

5 保护建议

建议保护区在对白鹤日常监测的同时,注意控制保护区水位的变化。因水位变化直接影响保护区湿地的演替过程,湖中水位过低会使大量的白鹤觅食地干涸,过高则沉水植物型主要觅食地的水位无法达到白鹤的觅食要求。

鄱阳湖区冬季渔业活动频繁,有些承包者还保留着涸泽而渔的渔作方式。建议有白鹤分布的湖泡减少渔业活动,从而减小对白鹤觅食的影响。政府部门应将保护区中各湖的湖权尽快划归保护区,以杜绝一些有害的渔作方式,从而有效地保护白鹤的越冬觅食地。

参 考 文 献

- [1] 郑光美. 中国濒危动物红皮书 鸟类. 北京: 科学出版社, 1998, 22-214.
- [2] 马逸清. 中国的鹤类及保护// 黑龙江省林业厅. 国际鹤类保护与研究. 北京: 中国林业出版社, 1990, 7-10.
- [3] 周福璋, 丁文宁. 白鹤越冬习性. 动物学杂志, 1982, 17(4): 19-21.
- [4] 丁文宁. 白鹤越冬分布的研究// 高玮. 中国鸟类研究. 北京: 科学出版社, 1991, 1-4.
- [6] 严丽, 丁铁明. 江西鄱阳湖区白鹤越冬调查. 动物学杂志, 1988, 23(4): 34-36.
- [7] 李金录, 冯科民. 丹顶鹤及白鹤的越冬研究. 东北林业大学学报, 1985, 3(3): 135-142.
- [8] 何春光, 宋榆钧, 郎惠卿, 等. 白鹤迁徙动态及其停歇地环境条件研究. 生物多样性, 2002, 10(3): 286-290.
- [9] 张天来. 鄱阳湖畔的越冬白鹤群. 野生动物, 1984, 5(4): 58-59.
- [10] 吴英豪, 纪伟涛. 江西鄱阳湖国家级自然保护区研究. 北京: 中国林业出版社, 2002, 125.
- [11] 白慧强. 主成分分析法在 SPSS 中的应用——以文峪河河岸带林下草本群落为例. 科技情报开发与经济, 2009, 9(9): 173-176.
- [12] 楚国忠, 郑光美. 鸟类栖息地研究的取样调查方法. 动物学杂志, 1993, 28(6): 47-52.
- [13] Mac A. On bird species diversity. II. Prediction of bird censuses from habitat measurements. *American Naturalist*, 1962, 96: 167-174.
- [14] 李凤山. 贵州草海越冬黑颈鹤觅食栖息地选择的初步研究. 生物多样性, 1999, 7(4): 257-262.
- [15] 敬凯, 唐仕敏, 陈家宽, 等. 崇明东滩越冬白头鹤觅食地特征的初步研究. 动物学研究, 2002, 23(1): 84-88.
- [16] 张文, 刘宁, 刘小葛. 云南省拉市海越冬灰鹤的生境利用研究. 四川动物, 2008, 27(3): 356-362.