

鄱阳湖越冬白鹤在农业用地的食物组成

侯谨谨^① 王亚芳^① 金斌松^{①②③} 王榄华^④ 王文娟^{①②③*}

① 江西省流域生态演变与生物多样性重点实验室, 南昌大学生命科学研究院流域生态学研究所, 南昌大学生命科学学院 南昌 330031; ② 南昌大学鄱阳湖环境与资源利用教育部重点实验室 南昌 330031; ③ 江西鄱阳湖湿地生态系统国家定位观测研究站 南昌 330038; ④ 江西生态摄影研究会 南昌 332024

摘要: 白鹤 (*Grus leucogeranus*) 是 IUCN 极危物种, 全球仅存 3 500 ~ 4 000 只, 其中约 98% 的个体在鄱阳湖越冬。以前白鹤在鄱阳湖主要在浅水生境挖掘苦草 (*Vallisneria* spp.) 的冬芽为食。然而, 近年来农业用地已成为白鹤的重要觅食地。目前对于白鹤在农业用地的食物组成尚不清楚。本研究采用粪便显微镜检法对 2017 年 11 月至 2018 年 4 月采集的 70 份白鹤粪便样品进行分析。结果表明, 白鹤的食物来源于 10 科 15 种植物, 其中, 水稻 (*Oryza sativa*)、莲藕 (*Nelumbo nucifera*) 和紫云英 (*Astragalus sinicus*) 为最主要的食物, 这 3 种植物在检测到的食物中的相对密度分别为 34.34%、22.99% 和 10.61%, 而白鹤的传统食物苦草冬芽所占的比例极低 (2.05%)。由此可见, 白鹤的食物组成已经发生变化, 农作物已成为白鹤的重要食物来源。白鹤在农业用地中觅食使该物种的保护面临一系列问题, 尤其是高强度的人为干扰, 对此, 提出了相应的保护措施, 希望为白鹤提供安全、稳定的觅食环境。

关键词: 苦草; 鄱阳湖; 人工生境; 稻田; 粪便显微镜检

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2019) 01-15-07

Food Composition of Siberian Cranes in Agricultural Fields in the Poyang Lake, China

HOU Jin-Jin^① WANG Ya-Fang^① JIN Bin-Song^{①②③} WANG Lan-Hua^④ WANG Wen-Juan^{①②③*}

① Jiangxi Province Key Laboratory of Watershed Ecosystem Change and Biodiversity, Center for Watershed Ecology, Institute of Life Science and School of Life Science, Nanchang University, Nanchang 330031; ② Key Laboratory of Poyang Lake Environment and Resource Utilization, Ministry of Education, Nanchang University, Nanchang 330031; ③ National Ecosystem Research Station of Jiangxi Poyang Lake Wetland, Nanchang 330038; ④ Jiangxi Eco-photo Society, Nanchang 332024, China

Abstract: The Siberian Crane (*Grus leucogeranus*), an IUCN Critically Endangered species, comprises 3 500 - 4 000 individuals, with about 98% of its global population wintering in the Poyang Lake, China. Originally, Siberian cranes fed tubers of submerged plants, especially the Eel Grasses (*Vallisneria* spp.) in shallow water habitat of the lake. However, in the past few years, as the agricultural fields became their important foraging

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 31772480);

* 通讯作者, E-mail: wangw@ncu.edu.cn;

第一作者介绍 侯谨谨, 女, 硕士研究生; 研究方向: 鸟类生态学; E-mail: 1406022264@qq.com.

收稿日期: 2018-07-31, 修回日期: 2018-11-03 DOI: 10.13859/j.cjz.201901003

places, the diet of the Siberian Crane should have changed. To study the food composition of Siberian cranes in agricultural fields, we used microscopy method to analyze 70 fecal samples collected from 5 rice paddies and 2 lotus ponds during November 2017 and April 2018. We also collected plants at the foraging grounds to construct a referencing library of plant cell morphology, which was used to identify plants in fecal samples. Frequency conversion method was used to calculate density of each food resource. The food of Siberian cranes composed of 15 plant species belonging to 10 families (Table 1), with Rice (*Oryza sativa*, relative density 34.34%), Lotus Roots (*Nelumbo nucifera*, 22.99%), and Chinese Milk Vetch (*Astragalus sinicus*, 10.61%) being their main food items. However, the tuber of eel grasses, which formerly was their typical food, became extremely low proportion (2.05%). Therefore, the diet of Siberian cranes has changed very much, with the crops becoming their important food, as the degradation of submerged plants in the Poyang Lake. Foraging in agricultural fields, the Siberian cranes are facing a series of problems, especially high intensity of human disturbance. To provide a safe and stable foraging environment for cranes, we propose some protective measures, including enhancing environment education, promoting ecological compensation, restoring submerged plants, and constructing mini protected areas.

Key words: *Vallisneria* spp.; Poyang Lake; Agricultural fields; Paddy field; Fecal microscopy

食物是影响鸟类数量和分布的重要因素 (Wang et al. 2013)。食物组成分析是掌握动物的食物来源,了解动物与环境关系的基础 (郑荣泉等 2004),不仅对环境容纳量的估计、栖息地的评价以及物种间关系的研究有重要意义,而且为保护措施的制定提供了科学依据 (黄建等 2015)。近年来,世界范围内自然湿地的退化导致水鸟食物资源匮乏,大量水鸟转移至食物资源丰富的农田中觅食,农田已成为水鸟重要的觅食地 (Czech et al. 2002, Fox et al. 2017)。

白鹤 (*Grus leucogeranus*) 隶属于鹤科鹤属,为 IUCN 极危物种,我国 I 级保护野生动物。白鹤分为东部、中部和西部 3 个种群,它们都在俄罗斯北部繁殖,越冬地分别为中国、印度和伊朗。西部种群自 2006 年以来,仅记录到 1 只个体在伊朗越冬,中部种群自 2002 年以后已消失,东部种群是最大的白鹤种群,数量约为 3 500 ~ 4 000 只 (BirdLife International 2018),其中约 98% 的个体在鄱阳湖越冬 (Li et al. 2012)。

以前白鹤在鄱阳湖主要在浅水和泥滩中挖掘苦草 (*Vallisneria* spp.) 的冬芽等植物性食物

为食 (胡振鹏等 2012, 吴建东等 2013)。然而,受洪涝引起的食物短缺的影响,2010 年冬季白鹤首次出现在草洲上觅食,其食物由苦草冬芽变为下江委陵菜 (*Potentilla imprichii*) 的块根和老鸦瓣 (*Tulipa edulis*) 的球茎,次年鄱阳湖水位波动恢复正常,白鹤重返浅水生境觅食 (Jia et al. 2013, Burnham et al. 2017)。

近几年,白鹤的觅食生境进一步发生变化,大量白鹤离开自然生境前往稻田和藕田觅食 (雷小勇 2018, 李言阔 2018, 邵明勤等 2018),例如,南昌附近的五星垦殖场藕田有近千只白鹤觅食,约占越冬白鹤数量的 1/4 (吴建东 2017)。目前对于白鹤在稻田和藕田中食物组成情况尚不清楚,相关方面的研究可为白鹤及其食物资源的保护提供科学依据,并且可以评估农业用地在白鹤保护中的作用。

粪便显微镜检法是应用较广的食物组成分析方法 (贾海燕 2013)。尽管该方法对消化程度较高以及细胞形态结构类似的食物难以鉴定,但其为无损取样,适用于濒危物种的食物组成研究 (陈华鹏等 1993),且前人已用该方法成功揭示了灰鹤 (*G. grus*) (战永佳等 2007) 和白头鹤 (*G. monacha*) (黄建等 2015)

的食物组成。本研究采用粪便显微镜检法分析 2017 年 11 月至 2018 年 4 月采集的 70 份白鹤粪便样品, 旨在了解此阶段白鹤食物组成及各类食物所占的比例, 为越冬白鹤的保护提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

鄱阳湖 (28°11' ~ 29°51'N, 115°49' ~ 116°46'E) 位于江西省北部, 是我国第一大淡水湖泊, 也是长江中下游流域仅存的两个通江湖泊之一。鄱阳湖受亚热带季风气候的影响较大, 属于典型的吞吐型湖泊, 夏季湖水面积可达 3 000 km², 秋季水落滩出, 湖水面积缩小至 1 000 km², 形成众多子湖。这种剧烈的水文变化使鄱阳湖形成多种生境类型, 为前往鄱阳湖越冬的鸟类提供了丰富的食物资源和栖息地。鄱阳湖是东亚-澳大利西亚迁徙路线上极为重要的候鸟越冬地之一, 每年在鄱阳湖越冬的水鸟约 40 万只 (Ji et al. 2007)。近年来, 随着长江中下游流域其他湖泊生态环境的恶化, 鄱阳湖在鸟类保护中发挥的作用日益增强 (Wang et al. 2017), 尤其对于白鹤而言鄱阳湖是其在长江中下游流域惟一适合越冬的区域 (Harris et al. 2013)。

1.2 研究方法

1.2.1 样品采集 2017 年 11 月至 2018 年 4 月于鄱阳湖附近稻田和藕田采集白鹤粪便样品。先用单筒望远镜 (Carl Zeiss 75 ×) 确定白鹤觅食的位置, 待其飞离后, 前往觅食地寻找新鲜的粪便。采用已灭菌的镊子将粪便采集于 10 ml 无菌冻存管中, 编号后置于液氮中保存。将样品带回实验室后, 放置 -80 °C 冰箱长期保存。

鄱阳湖周围农业用地面积较大, 大部分为水稻田, 仅有少量藕田, 因此, 本研究选取稻田采样点 5 个 (恒湖垦殖场 2 个, 五星垦殖场、朱港、三角乡各 1 个)、藕田采样点 2 个 (均位于五星垦殖场), 每个采样点收集粪便样品 10 ~ 20 份。野外观察发现白鹤主要在稻田和藕田中

觅食, 即使在人为干扰的情况下也只是在不同的稻田和藕田之间进行小范围的移动, 很少飞往自然生境觅食。本研究通过设置相距较远的采样点进行采样, 以尽量反映白鹤在农业用地的食物组成情况。

采集白鹤觅食地周围的所有植物, 每种植物采集两株完整植株, 标记并带回实验室处理, 一株用于鉴定, 另一株用于制作植物玻片。

1.2.2 样品处理 样品烘干: 将带回的植物样品的不同部位 (根、茎、叶) 分装在不同的信封袋中, 65 °C 下烘至恒重。将烘干的植物样品用粉碎机粉碎, 置于 200 目分样筛中过筛, 存于离心管中备用。

玻片制作: 取适量已研磨的植物样品于培养皿中, 加入适量次氯酸钠溶液, 解剖针搅拌均匀使之完全浸泡, 浸泡 3 ~ 5 h, 次氯酸钠处理下样品显现细胞形态的时间与温度有关, 温度越高处理时间越短。待细胞形态清晰时将样品倒入 200 目分样筛中清洗掉次氯酸钠, 将样品倒入培养皿中并加入三分之一清水, 滴入两滴亚甲基蓝染色 30 min, 洗去染液, 每种植物制作 3 张玻片。

粪便样品处理方法同植物样品, 每个采样点随机选取 10 份粪便样品进行玻片制作, 共选取 70 份样品, 每份粪便样品制作 5 张玻片。

1.2.3 植物细胞图谱库建立 将制作好的植物玻片放在照相显微镜下, 选取清晰的视野进行拍摄。每份样品选取 4 或 5 张具有代表性的植物细胞图片, 制作成植物细胞形态图谱库, 用于粪便镜检分析时比对。

1.2.4 粪便显微镜检 将粪便样品玻片置于显微镜下, 每张玻片随机抽取 20 个视野观察, 参照植物细胞图谱库鉴定植物种类, 一个视野下出现的植物即记为 1 次。

1.2.5 数据处理 将数据录入 Excel 2007, 采用频率转换法, 求得每种植物出现的频率 F (F 表示每种植物在 100 个视野中出现的频率)、平均密度 D_i 和相对密度 R_D , 平均密度 $D_i = -\ln(1 - F/100)$, 相对密度 $R_D = D_i / \sum D_i$ 。以频率 F

和相对密度 R_D 作为白鹤食物组成的标准。

2 研究结果

在农业用地的白鹤主要取食 10 科 15 种植物, 包括禾本科的水稻 (*Oryza sativa*)、看麦娘 (*Alopecurus aequalis*)、狗牙根 (*Cynodon dactylon*)、假稻 (*Leersia japonica*)、藨草 (*Phalaris arundinacea*)、莲科的莲藕 (*Nelumbo nucifera*)、豆科的紫云英 (*Astragalus sinicus*)、莎草科的苔草 (*Carex tristachya*)、百合科的老鸦瓣 (*Tulipa edulis*)、水鳖科的苦草冬芽、蔷薇科的下江委陵菜、蓼科的红蓼 (*Polygonum orientale*)、习见蓼 (*P. plebeium*)、菊科的莴苣 (*Lactuca sativa*) 以及玄参科的水茫草 (*Limosella aquatica*) (表 1)。水稻为白鹤最主要的食物, 其次是莲藕和紫云英, 其他植物的相对密度均低于 10%。白鹤在稻田和藕田中所采食各类食物的比例存在差异, 但都以水稻、莲藕、紫云英和看麦娘为主 (表 1)。

3 讨论

3.1 白鹤食物组成的变化

白鹤曾被认为是专性栖息于浅水和泥滩的水鸟 (Harris et al. 2013), 苦草冬芽是其最主要的食物 (Li et al. 2012, 贾亦飞 2013, 吴建东等 2013)。鄱阳湖国家级自然保护区内的大湖池、沙湖和蚌湖曾是白鹤最主要的栖息地 (Li et al. 2012, 单继红等 2012)。1998 至 2010 年间鄱阳湖自然生境中的白鹤数量较为稳定, 平均为 $(3\ 108 \pm 849)$ 只 (单继红等 2012)。2010 年夏季鄱阳湖水位异常偏高, 导致沉水植物生长受到很大影响, 苦草冬芽短缺, 白鹤转移至草洲寻找下江委陵菜的块根和老鸦瓣的球茎为食 (Barzen et al. 2011, Li et al. 2012, Jia et al. 2013)。近几年, 白鹤的觅食生境又一次变化, 农业用地已成为白鹤重要的觅食地 (吴建东 2017, 雷小勇 2018, 李言阔 2018)。

本研究表明, 农业用地觅食白鹤的食物来源较广, 包括 10 科 15 种植物。其中, 水

稻 (相对密度 34.34%)、莲藕块茎 (相对密度 22.99%) 和紫云英 (相对密度 10.61%) 为白鹤的主要食物, 传统食物苦草冬芽所占比例非常低 (相对密度 2.05%), 下江委陵菜所占的比例也非常低 (1.78%)。由此可见, 白鹤的食物组成已经发生变化, 农作物已成为白鹤重要的食物来源。

近些年, 鄱阳湖水生植被退化严重。例如, 1983 至 2013 年, 鄱阳湖水生植被面积减少了 $834\ \text{km}^2$ (约为总面积的 46%, Zhang et al. 2017); 黎磊等 (未发表数据, 个人通讯) 对鄱阳湖的子湖——沙湖的监测结果表明, 苦草冬芽密度由 2012 年冬的 $35.31\ \text{个}/\text{m}^2$ 下降至 2016 年的 $0.28\ \text{个}/\text{m}^2$ 。食物资源短缺可能是白鹤离开自然生境的主要原因。与此同时, 鄱阳湖周边有大面积稻田和藕田, 冬季收割之后散落在地上的稻谷和未收干净的藕为白鹤提供了丰富的食物来源, 吸引大量的白鹤在稻田和藕田觅食。已有研究表明, 藕田中白鹤的觅食行为比例 (41.78%) 低于自然生境 (83.94%), 休息行为比例 (10.84%) 高于自然生境 (0.15%) (袁芳凯等 2014, 邵明勤等 2018), 由此可见, 藕田中的食物较为丰富, 白鹤的取食成功率较高。除白鹤外, 大量的鸿雁 (*Anser cygnoides*)、小天鹅 (*Cygnus columbianus*)、白枕鹤 (*G. vipio*) 等以植物块茎为食的水鸟也转移至稻田和藕田中觅食 (Barzen et al. 2009, 李言阔 2018)。

3.2 白鹤保护面临的新问题

鄱阳湖周边农业用地的人为干扰强度较大 (Zhao et al. 2018)。高强度的人为干扰被认为是在我国雁类受限于自然湿地, 无法利用稻田的主要原因 (Yu et al. 2017)。与我国不同, 欧美地区农业用地的人为干扰强度较小, 雁类能很好地利用农业用地, 并获得比自然生境中更高的觅食成功率, 积累更多的脂肪 (Fox et al. 2017)。鄱阳湖周边单个稻田的面积较小, 农耕的机械化程度较低, 且距离居民区较近, 因此, 人为活动频繁 (Zhao et al. 2018)。此外, 鄱阳湖周边稻田散养了多达 1 400 万只家鸭 (*Anas*

表 1 白鹤食物组成

Table 1 Food composition of Siberian Cranes

科 Family	物种 Species	总体 Total (%)			稻田 Rice paddy (%)			藕田 Lotus pond (%)		
		出现频率 Frequency	平均密度 Mean density	相对密度 Relative density	出现频率 Frequency	平均密度 Mean density	相对密度 Relative density	出现频率 Frequency	平均密度 Mean density	相对密度 Relative density
禾本科 Gramineae	水稻 <i>Oryza sativa</i>	51.66	0.52	34.34	60.78	0.61	40.79	32.95	0.33	21.48
	看麦娘 <i>Alopecurus aequalis</i>	14.23	0.14	9.44	14.17	0.14	9.49	14.35	0.14	9.35
	狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	2.85	0.03	1.89	2.63	0.03	1.76	3.30	0.03	2.15
	假稻 <i>Leersia japonica</i>	8.67	0.09	5.75	12.41	0.12	8.31	1.00	0.01	0.65
	藨草 <i>Phalaris arundinacea</i>	0.34	0.00	0.23	0.44	0.00	0.29	0.15	0.00	0.10
莲藕 <i>Nelumbo nucifera</i>	34.61	0.35	22.99	20.29	0.20	13.59	63.95	0.64	41.76	
豆科 Leguminosae	紫云英 <i>Astragalus sinicus</i>	15.98	0.16	10.61	17.10	0.17	11.45	13.70	0.14	8.92
莎草科 Cyperaceae	苔草 <i>Carex tristaehya</i>	6.56	0.07	4.35	6.27	0.06	4.20	7.15	0.07	4.66
百合科 Liliaceae	老鸦瓣 <i>Tulipa edulis</i>	3.57	0.04	2.37	3.51	0.04	2.35	3.70	0.04	2.41
	红蓼 <i>Polygonum orientale</i>	4.36	0.04	2.89	5.17	0.05	3.46	2.70	0.03	1.76
蓼科 Polygonaceae	习见蓼 <i>P. plebeium</i>	0.59	0.01	0.39	0.59	0.01	0.39	0.60	0.01	0.19
水鳖科 Hydrocharitaceae	苦草冬芽 <i>Vallisneria</i> spp.	3.10	0.03	2.05	2.88	0.03	1.93	3.55	0.04	2.31
蔷薇科 Rosaceae	下江委陵菜 <i>Potentilla imprichtii</i>	2.69	0.03	1.78	2.17	0.02	1.45	3.75	0.04	2.44
菊科 Asteraceae	茼蒿 <i>Lactuca sativa</i>	0.74	0.01	0.49	0.00	0.00	0.00	2.25	0.02	1.46
玄参科 Scrophulariaceae	水苳草 <i>Limosella aquatica</i>	0.21	0.00	0.14	0.27	0.00	0.18	0.10	0.00	0.07
未知 Unknown		0.41	0.00	0.27	0.54	0.01	0.36	0.15	0.00	0.10

platyrhynchos domesticus) 和鹅 (*A. domestica*) (Choi et al. 2016), 它们同样取食散落的稻谷, 由于白鹤与家禽争食, 养殖户会驱赶白鹤, 干扰白鹤觅食 (侯谨谨 个人观察)。

受人为干扰的影响, 鸟类的警戒行为比例会增加 (Lou et al. 2012), 惊飞距离会变短 (王彦平等 2004, 杨月伟等 2005)。五星垦殖场的藕田是白鹤的重要觅食地, 每天有约 6~20 位摄影爱好者对白鹤进行近距离拍摄, 受此影响, 在藕塘中觅食白鹤的警戒行为比例 (25.02%) 明显高于自然生境 (11.94%, 袁芳凯等 2014, 邵明勤等 2018)。此外, 在野外观察中发现, 觅食生境改变后白鹤的惊飞距离相较之前明显缩短 (侯谨谨 个人观察)。因此可见, 受人为干扰的影响, 白鹤的行为已经发生一定变化。这种行为的改变对于白鹤而言是一种潜在的威胁。例如, 惊飞距离的缩短可能使偷猎者有机可乘。

此外, 在农业用地中白鹤与家禽混群, 还增加了疾病传播的风险 (Choi et al. 2016)。正常的农业活动会不可避免地使用农药, 而农药的使用可能会危及在稻田中觅食的水鸟 (Vallon et al. 2018)。有研究表明, 大量农药的使用会对白鹤的健康构成威胁 (陈春玲等 2008, 钟恢明 2009)。

4 保护建议

鉴于农业用地在白鹤保护中发挥重要的作用, 建议: (1) 加强宣传教育活动, 让当地居民了解白鹤的濒危程度, 培养他们爱鸟、护鸟意识。(2) 推进生态补偿, 由政府出资对受损农户进行补贴, 缓和白鹤与家禽的抢食冲突, 避免驱赶和干扰白鹤觅食的行为。(3) 将白鹤的重点分布区域划定为保护小区, 由当地林业部门主管, 禁止使用农药, 给白鹤提供安全、稳定的栖息环境。(4) 及时采取措施, 进行水生植被恢复, 为白鹤以及其他依赖于水生植物的鸟类提供生存空间。

致谢 感谢鄱阳湖国家级自然保护区、南矶湿

地国家级自然保护区、五星白鹤保护小区对野外采样的支持。

参 考 文 献

- Barzen J, Burnham J, Li F S, et al. 2011. How do Siberian cranes and other tuber feeding birds respond to a flood-induced lack of tubers at Poyang Lake. *Waterbirds*, 4: 6–8.
- Barzen J, Engels M, Burnham J et al. 2009. Potential impacts of a water control structure on the abundance and distribution of wintering waterbirds at Poyang Lake. *Journal of the Japan Statistical Society*, 38(2): 293–309.
- BirdLife International. 2018. Species factsheet: *Leucogeranus leucogeranus*. [DB/OL] [2018-04-12]. <http://www.birdlife.org>.
- Burnham J, Barzen J, Pidgeon A M, et al. 2017. Novel foraging by wintering Siberian Cranes *Leucogeranus leucogeranus* at China's Poyang Lake indicates broader changes in the ecosystem and raises new challenges for a critically endangered species. *Bird Conservation International*, 27(2): 204–223.
- Choi C Y, Takekawa J Y, Xiong Y, et al. 2016. Tracking domestic ducks: a novel approach for documenting poultry market chains in the context of avian influenza transmission. *Journal of Integrative Agriculture*. 15(7): 1584–1594.
- Czech H A, Parsons K C. 2002. Agricultural wetlands and waterbirds: a review. *Waterbirds*, 25(4): 56–65.
- Fox A D, Abraham K F. 2017. Why geese benefit from the transition from natural vegetation to agriculture. *Ambio*, 46(Suppl. 2): 188–197.
- Harris J, Mirande C. 2013. A global overview of cranes: status, threats and conservation priorities. *Chinese Birds*, 4(3): 189–209.
- Ji W, Zeng N, Wang Y, et al. 2007. Analysis on the waterbirds community survey of Poyang Lake in winter. *Geographic Information Sciences*, 13(1–2): 51–64.
- Jia Y, Jiao S, Zhang Y et al. 2013. Diet shift and its impact on foraging behavior of Siberian Crane (*Grus Leucogeranus*) in Poyang Lake. *PLoS One*, 8(6): e65843.
- Li F, Wu J, Harris J, et al. 2012. Number and distribution of cranes wintering at Poyang Lake, China during 2011–2012. *Chinese Birds*, 3(3): 180–190.

- Luo J, Wang Y, Yang F. 2012. Effects of human disturbance on the Hooded Crane (*Grus monacha*) at stopover sites in northeastern China. *Chinese Birds*, 3 (3): 206–216.
- Vallon M, Dietzen C, Laucht S et al. 2018. Focal species candidates for pesticide risk assessment in European rice fields—a literature review. *Integrated Environmental Assessment & Management*, 14 (5): 537–551.
- Wang W, Fraser J, Chen J, et al. 2017. Wintering waterbirds in the middle and lower Yangtze River floodplain: changes in abundance and distribution. *Bird Conservation International*, 27(2): 167–186.
- Wang X, Fox A D, Cong P, et al. 2013. Food constraints explain the restricted distribution of wintering Lesser White-fronted Geese *Anser erythropus* in China. *Ibis*, 155(3): 576–592.
- Yu H, Wang X, Cao L, et al. 2017. Are declining populations of wild geese in China ‘prisoners’ of their natural habitats? *Current Biology*, 27(10): R376–R377.
- Zhang Y, Jeppesen E, Liu X, et al. 2017. Global loss of aquatic vegetation in lakes. *Earth-Science Reviews*, 173: 259–265.
- Zhao Q, Wang X, Cao L, et al. 2018. Why Chinese wintering geese hesitate to exploit farmland. *Ibis*, 160(3): 703–705.
- 陈春玲, 周立志, 江浩, 等. 2008. 有机氯农药在东方白鹤和白鹤羽毛中的残留分析. *动物学研究*, 29(2): 159–164.
- 陈华鹏, 杜永欣, 王槐. 1993. 食草动物粪便分析法及其评价. *国土与自然资源研究*, (4): 63–65.
- 胡振鹏. 2012. 白鹤在鄱阳湖越冬生境特性及其对水位变化的响应. *江西科学*, 30(1): 30–35.
- 黄建, 郭玉民. 2015. 秋季林甸停歇地白头鹤的食性分析. *野生动物学报*, 36(1): 76–79.
- 贾海燕. 2013. 粪便分析技术在植食性动物食性研究中的作用. *陇东学院学报*, 24(5): 73–76.
- 贾亦飞. 2013. 水位波动对鄱阳湖越冬白鹤及其他水鸟的影响研究. 北京: 北京林业大学博士学位论文.
- 雷小勇. 2018. 江西省余干县干泉州农田发现集群白鹤. *中国鹤类通讯*, 22(1): 36–38.
- 李言阔. 2018. 鄱阳湖越冬水鸟对稻田生境的利用. *中国鹤类通讯*, 22(1): 25–26.
- 单继红, 马建章, 李言阔, 等. 2012. 近十年来鄱阳湖区越冬白鹤种群数量与分布. *动物学研究*, 33(4): 355–361.
- 邵明勤, 龚浩林, 戴年华, 等. 2018. 鄱阳湖围垦区藕塘中越冬白鹤的时间分配与行为节率. *生态学报*, 38(14): 5206–5212.
- 王彦平, 陈水华, 丁平. 2004. 惊飞距离——杭州常见鸟类对人为侵扰的适应性. *动物学研究*, 25(3): 214–220.
- 吴建东. 2017. 鄱阳湖藕田出现大量白鹤觅食. *中国鹤类通讯*, 21(1): 7.
- 吴建东, 李凤山, Burnham J. 2013. 鄱阳湖沙湖越冬白鹤的数量分布及其与食物和水深的关系. *湿地科学*, 11(3): 305–311.
- 杨月伟, 慈海鑫. 2005. 繁殖期夜鹭对城市化的适应性研究. *曲阜师范大学学报: 自然科学版*, 31(3): 108–110.
- 袁芳凯, 李言阔, 李凤山, 等. 2014. 年龄、集群、生境及天气对鄱阳湖白鹤越冬期日间行为模式的影响. *生态学报*, 34(10): 2608–2616.
- 战永佳, 陈卫, 胡东, 等. 2007. 北京湿地越冬灰鹤食性的初步分析. *湿地科学*, 5(1): 45–50.
- 郑荣泉, 鲍毅新. 2004. 有蹄类食性研究方法及其研究进展. *生态学报*, 24(7): 1532–1539.
- 钟恢明. 2009. 鄱阳湖有机氯农药污染研究及环境风险评估. 南昌: 南昌大学硕士学位论文.