

中国东南部越冬区白尾鹞种群动态

罗祖奎^{1,2}, 吴法清^{2,*}, 舒实², 楼利高^{2,3}, 王天厚^{1,*}

(1. 华东师范大学生命科学学院上海市城市化生态过程与生态恢复重点实验室, 上海 200062;

2. 华中师范大学生命科学学院, 武汉 430070; 3. 杭州师范大学, 杭州 310036)

摘要: 主要从湖北沙湖湿地自然保护区白尾鹞 (*Circus cyaneus*) 的生境偏爱和影响因子两方面分析中国东南部越冬区白尾鹞的种群动态。方差分析表明: 年度间白尾鹞丰富度差异不显著。T 检验表明: 4a 季节间白尾鹞丰富度差异极显著, 秋季高于冬季。方差分析表明: 4 种生境中白尾鹞的丰富度存在极显著差异, 草甸 > 芦苇 > 农田 > 水域。4 种生境中白尾鹞丰富度变异系数为: 草甸 < 水域 < 芦苇 < 农田。草甸生境是白尾鹞相对较好的越冬生境。多独立样本非参数检验 (Kruskal-Wallis H 法) 表明: 4 种生境中雀形目鸟类和环颈雉的丰富度均存在极显著差异。多元线性回归模型 (Enter 进入法) 显示: 白尾鹞丰富度与其捕食对象丰富度在芦苇和草甸生境中呈强正相关, 在农田和水域生境中相关性不显著。虚拟线性回归模型 (Enter 进入法) 表明: 草甸中的影响因子极显著的影响草甸中白尾鹞的丰富度。方差分析表明: 草甸中白尾鹞的丰富度随草甸面积的下降而显著性下降。T 检验表明: 围网对白尾鹞在水域生境出现频次无显著影响。

关键词: 种群动态; 白尾鹞; 越冬区; 中国东南部

Population dynamics of hen harrier *Circus cyaneus* in overwintering area of Southeast China

LUO Zukui^{1,2}, WU Faqing^{2,*}, SHU Shi², LOU Ligao^{2,3}, WANG Tianhou^{1,*}

1 School of Life Sciences, Shanghai Key Laboratory of Urbanization and Ecological Restoration, East China Normal University, Shanghai 200062, China

2 School of Life Sciences, Central China Normal University, Wuhan 430070, China

3 Hangzhou Normal University, Hangzhou 310036, China

Abstract: The habitat preference and impact factors of population dynamics of hen harrier *Circus cyaneus* during four years observation in Shahu Nature Reserve in Hubei, China were analyzed. The results showed that there was no significant difference in ANOVA in the hen harrier's yearly richness between different years. However, Independent Samples T Test of seasonal impacts indicated that there was a significant difference between autumn and winter of the four years, and that the abundance of autumn of hen harrier was higher than that of winter. Analyzing the abundance of hen harrier in ANOVA showed a significant difference among four habitats, with mean rank of grassland > reed > farmland > water area. The rank of coefficients of variation of hen harrier abundance in the four habitats was grassland < water area < reed < farmland. Moreover, analysis using Independent Samples of Nonparametric Tests (Kruskal-Wallis H) indicates that there was significant difference in the abundance of passerines and common pheasant *Phasianus colchicus* among the four habitats. The abundance of hen harrier was significantly correlated with that of prey in the reed and grassland, but weakly in the farmland and water area, exhibited in multiple linear regression models. Analyzing with dummy linear regression model further revealed that the abundance of hen harrier in grassland was associated with the following factors. The number of hen harrier in grassland declined significantly with the decrease of grassland proportion as shown by ANOVA. However, backfire of purse net to hen harrier of water area, and fish net setting around the lake had only minor impact on marsh harrier

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30670315); HSBC-WWF 长江资助项目 (0876); 湖北省科技基础条件平台建设专项资助项目 (2004TZ06); 湖北省林业局资助项目

收稿日期: 2008-09-15; 修订日期: 2008-12-11

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wufaqing886@126.com; thwang@bio.encu.edu.com

appearance in an Independent-Samples *T* Test. Taken together, these results indicated that grassland was the comparatively agreeable habitat for hen harrier to live through winter in the four habitats.

Key Words: population dynamics; hen harrier; overwintering area; Southeast China

人类正在快速开垦自然界的土地用以满足人口增长的粮食需求^[1]。其中,湿地生境成为受人类活动影响和冲击最大的自然生态系统和景观类型之一^[2],而湿地是鹞属鸟类主要的栖息地之一^[3]。由于生境丧失、农药污染、猎杀等多种原因,鹞属鸟类的数量在全球范围内正在不断下降^[4-6]。白尾鹞(*Circus cyaneus*)在我国主要受到高密度农业耕作、湿地丧失和重新造林等方面的威胁^[3]。

目前,对白尾鹞的研究主要集中在英国、法国、荷兰和波兰等国家,主要涉及到白尾鹞的食性^[7-8]、繁殖^[9-11]、保护^[12-13]、生态位^[14-15]、种群动态^[16-17]和种群理论模型^[18]等多个角度和不同层面的专题性研究,我国仅见 1985 年刘焕金对山西省白尾鹞冬季生态观察^[19]。

关于种群动态的生态学信息对物种保护实行有效管理和保护策略的发展具有至关重要的意义^[20-22]。本文以湖北仙桃沙湖湿地自然保护区的白尾鹞为研究对象,旨在用生物统计学的方法找出研究区域白尾鹞最偏爱的生境,探讨影响其分布的生态因子,分析多种生态因子条件下越冬区白尾鹞的种群动态,为中国东南部越冬区猛禽物种保护实行有效管理和保护策略的发展提供生态学信息和理论依据。

白尾鹞在湖北省属于冬候鸟或旅鸟^[23],于 2001,2003,2004,2006 年的秋季(9 月—11 月份)和冬季(12 月—翌年 1 月份)进行野外调查。

1 自然概况

沙湖湿地自然保护区(图 1)地处湖北仙桃市东部(29°58'—30°07'N, 113°39'—113°58'E),在洪湖湿地自然保护区东北 23km,沔湖湿地自然保护区西南 9km 处,总面积 66km²。保护区四周均被大堤环绕,4 月下旬至 10 月中旬保护区 85%—90% 的面积被水淹没。在 10 月中旬水位下降后,各生境类型及占总面积的百分比为:芦苇 59.8km²(90.6%),草甸 1.32km²(2%),农田 0.96km²(1.46%),水域 3.92 km²(5.94%)。其中,只有农田和保护区内的堤岸常年露出水面。水系主要有东荆河、南武湖、北武湖、稻草湖。其中,东荆河西与汉水相连,向东注入长江,贯穿整个保护区。保护区属于亚热带季风气候,年最高极端气温 38.8℃,最低极端气温 -14.2℃,年平均气温 16.6℃,年降雨量 1211.5mm,年平均日照时数 2002.6h,无霜期 256d。整个保护区为血吸虫高发区,区内人烟稀少。

2 研究方法

2.1 野外调查

将生境划分为芦苇、草甸、农田、水域,每个季节每类生境调查(6±1)条样线,4a 累计样线 186 条,其中:芦苇 47 条,草甸 47 条,农田 46 条,水域 46 条。同时统计样线中的白尾鹞、环颈雉和雀形目鸟类的数量。对于芦苇生境观察左右两侧 0.1km 内的鸟类,其它生境观察单侧 0.2km 以内的鸟类。所有样线设置长 2km,每条样线均用步行统计鸟类数量,步行速度为 1km/h。所用仪器为双筒望远镜(型号:BD42 Series Kowa 10×)和单筒望远镜(型号:Diascope 85 T×FL Carl Zeiss 20-60×)。每次调查 2—3 人,秋季调查在 10 月和 11 月份各 1 次,每次 15d;冬季在 12 月份和翌年的 1 月份各 1 次,每次 15d。一般选择晴天上午和下午各调查 1 条样线。其中,水域生境是指河岸内的区域,包括滩涂、水中、水面上空和河岸内的芦苇丛。

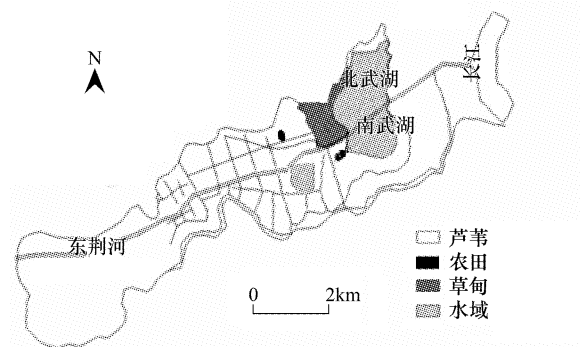


图 1 沙湖湿地自然保护区(秋、冬季节)

Fig.1 Shahu Everglade Nature Reserve (autumn and winter)

2.2 鸟类记数

所有鸟类的记数均参照 Bibby 的“标准记数法”^[24]。鹈属鸟类:从样线内飞到样线外的或者在样线上空盘旋超过一分钟的被记数,从样线外飞到样线内的不记数。环颈雉:从样线内飞到样线外的或者在样线内活动的鸟被记数,从样线外飞到样线内的不记数。雀形目鸟类:只要在样线内出现就计数,均记录到种。

2.3 秋季草甸面积人为等级划分

每年 10 月中旬水位开始下降,草甸中(草的高度 0.4—0.8m)放牧有一定数量的牛群。一般在 6—10d 内整个草甸被践踏(被践踏的草只是倒伏,不一定被啃吃)。在 2001,2003,2004,2006 年的秋季调查中统计到牛群的数量分别为:18、30、27、32 头(牛群中的个体不记年龄大小)。将未被践踏(未倒伏)的草甸占草甸总面积的百分比人为分成以下 4 个等级: $0.75 < S1 \leq 1$, $0.50 < S2 \leq 0.75$, $0.25 < S3 \leq 0.50$, $0 < S4 \leq 0.25$ 。

2.4 数据和图片处理

年度间丰富度差异是指各年份之间白尾鹈平均数差异;季节间丰富度差异是指 4a 中秋季与冬季之间白尾鹈的平均数差异。

在 4a 的调查中,水域生境中未发现环颈雉,因此整篇文章表格中水域生境的环颈雉计数为零,图中水域生境的环颈雉丰富度空缺。

同一生境中猛禽对不同种类的小鸟具有相近的捕食比率,与小鸟的种类无关^[18],在计算同一生境中的雀形目鸟类数量时把一个季节的不同种类的雀形目鸟类累加作为一个计数。在处理白尾鹈与被捕食者之间的关系时,将白尾鹈、环颈雉和雀形目鸟类的数量进行了 $\log_{10}x + 1$ 转换。

在影响因子分析中,围网是自 2005 年 12 月在短期内大量置入保护区,被置围网的水面面积占总湖面面积没有构成不同的百分比,所以把置围网期间与未置围网期间的白尾鹈做比较时用 t -检验(independent-samples t test)。

统计分析采用 SPSS 13.0 for Windows 软件包;图片处理用 AutoCAD 2004。

3 结果

3.1 白尾鹈种群数量动态

白尾鹈 4a 种群数量动态见图 2,方差分析表明:年度间丰富度差异不显著($F = 0.182$, $P = 0.908$); t 检验表明:4a 季节间丰富度差异极显著,秋季高于冬季($t = 5.21$, $|t| > t_{(0.01)} = 2.62$, $df = 184$, $P < 0.01$)。

3.2 4 种生境中白尾鹈丰富度、变异系数比较

方差分析表明:4 种生境中白尾鹈的丰富度存在极显著差异($F = 15.62 > F_{0.01}(3, 185) = 3.89$, $P <$

0.001)。多重比较表明:① 4 种生境中白尾鹈的丰富度为:草甸 > 芦苇 > 水域 > 农田;② 4 种生境中白尾鹈的平均数为:草甸、芦苇和水域极显著高于农田,草甸极显著高于水域,草甸显著高于芦苇,芦苇与水域不显著(表 1)。4 种生境中白尾鹈数量变异系数排序为:草甸 < 水域 < 芦苇 < 农田(表 2)。

3.3 白尾鹈种群动态与被捕食者的关系

3.3.1 被捕食者的丰富度

4 种生境中雀形目鸟类和环颈雉的丰富度见表 3。多独立样本非参数检验(Kruskal-Wallis Test 法)表明:雀形目鸟类在 4 种生境中的丰富度差异极显著; $\chi^2_3 = 26.24$, $P < 0.001$,丰富度排序为:农田(28.5) > 水域(17.0) > 芦苇(16.0) > 草甸(4.5)。环颈雉在 4 种生境中的丰富度差异也极显著(Kruskal-Wallis Test 法):

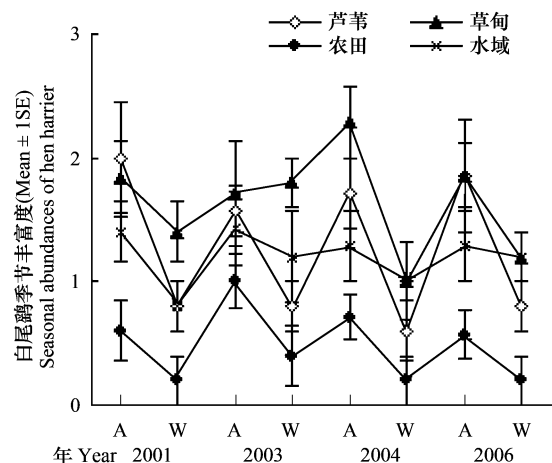


图 2 白尾鹈四年秋(A)、冬(W)季节丰富度(以平均数 ± 标准误差表示)

Fig. 2 Seasonal abundances of autumn and winter of hen harrier in the four years (Mean ± 1SE)

$\chi^2_3 = 19.39, P < 0.001$, 丰富度排序为: 草甸(22.5) > 农田(21.9) > 芦苇(17.1) > 水域(4.5)。

表 1 按生境比较白尾鹧平均数多重比较表(LSD 法)

Table 1 Multiple comparisons on hen harrier in different habitats (LSD)

生境 Habitats	样线数 Line transects	平均数 Mean	平均数 - 0.65 Mean - 0.65	平均数 - 1.22 Mean - 1.22	平均数 - 1.34 Mean - 1.34
草甸 Grassland	47	1.68	1.03 **	0.46 **	0.34 *
芦苇 Reed	47	1.34	0.69 **	0.12	
水域 Water area	46	1.22	0.57 **		
农田 Farmland	46	0.65			

* * 在 0.01 水平显著, * 在 0.05 水平显著, 下同

表 2 4 种生境中白尾鹧数量变异系数

Table 2 Coefficient of variation of marsh harrier in the four habitats

生境 Habitat	样线数 Line transects	平均数 Mean	标准差 S. D.	变异系数 C. V.
芦苇 Reed	47	1.34	0.815	60.82%
草甸 Grassland	47	1.68	0.837	49.82%
农田 Farmland	46	0.65	0.604	92.92%
水域 Water area	46	1.22	0.664	54.43%

表 3 4 种生境中雀形目鸟类和环颈雉丰富度(样线设置 2000m × 200m, 丰富度表示为 Mean ± SE)

Table 3 Abundance (Mean ± SE) of passerines and pheasant in the four habitats with line transects 2000m × 200m

	2001(秋)	2001(冬)	2003(秋)	2003(冬)	2004(秋)	2004(冬)	2006(秋)	2006(冬)
芦苇 Reed								
样线数	6	5	7	5	7	5	7	5
环颈雉	5.5 ± 0.7	3.2 ± 0.4	5.9 ± 0.9	2.8 ± 0.6	6.4 ± 1.0	2.6 ± 0.4	6.0 ± 0.5	2.6 ± 0.5
小云雀	48.0 ± 6.6	45.2 ± 10.8	72.9 ± 9.0	23.6 ± 4.0	69.7 ± 7.0	49.6 ± 8.6	60.3 ± 8.7	46.8 ± 12.1
云雀	8.8 ± 1.5	17.2 ± 2.8	11.0 ± 2.1	8.6 ± 1.3	10.4 ± 2.3	18.4 ± 2.1	9.0 ± 2.3	14.2 ± 2.4
水鹀	0.3 ± 0.3	0.4 ± 0.2	0.3 ± 0.2	0.4 ± 0.4	0.9 ± 0.6	2.0 ± 1.3	0.1 ± 0.1	0.4 ± 0.4
白鹡鸰	0.5 ± 0.3	1.4 ± 0.4	0.6 ± 0.3	1.0 ± 0.3	0.9 ± 0.3	0.8 ± 0.4	0.4 ± 0.3	1.0 ± 0.3
三道眉草鹀	5.8 ± 2.6	11.6 ± 2.7	6.7 ± 3.0	6.8 ± 1.2	6.7 ± 1.9	11.0 ± 2.3	6.1 ± 3.1	11.4 ± 2.6
田鸫	0.3 ± 0.2	4.8 ± 1.0	0.4 ± 0.3	1.0 ± 0.5	1.1 ± 0.5	2.6 ± 0.9	0.1 ± 0.1	3.0 ± 1.3
草甸 Grassland								
样线数	6	5	7	5	7	5	7	5
环颈雉	12.2 ± 1.7	4.0 ± 1.0	13.6 ± 2.7	5.0 ± 0.9	13.3 ± 2.7	4.0 ± 0.5	11.3 ± 2.3	3.4 ± 0.8
小云雀	2.0 ± 0.3	3.4 ± 0.4	6.1 ± 0.9	3.8 ± 1.0	5.1 ± 1.4	4.4 ± 0.5	5.3 ± 1.1	4.6 ± 0.7
云雀	1.8 ± 0.7	4.0 ± 0.3	1.6 ± 0.5	4.4 ± 0.5	1.9 ± 0.6	4.4 ± 1.0	1.9 ± 0.6	4.2 ± 0.7
水鹀	0	1.2 ± 0.5	0.3 ± 0.2	0.6 ± 0.2	0.1 ± 0.1	1.0 ± 0.6	0.1 ± 0.1	1.0 ± 0.6
白鹡鸰	0.3 ± 0.2	0.8 ± 0.4	1.0 ± 0.4	1.0 ± 0.5	0.3 ± 0.2	0.8 ± 0.4	0.4 ± 0.2	0.6 ± 0.4
三道眉草鹀	0	0	0	0	0	0	0	0
田鸫	0.2 ± 0.2	0.6 ± 0.2	0.3 ± 0.2	1.0 ± 0.3	0.3 ± 0.2	0.8 ± 0.2	0.1 ± 0.1	1.0 ± 0.6
农田 Farmland								
样线数	5	5	7	5	7	5	7	5
环颈雉	8.2 ± 0.7	6.4 ± 1.2	9.0 ± 1.1	6.8 ± 1.5	5.6 ± 1.0	5.4 ± 0.7	8.0 ± 1.0	5.6 ± 1.4
小云雀	653.2 ± 111.4	284.2 ± 96.2	682.0 ± 71.3	106.2 ± 38.5	650.9 ± 72.6	388.4 ± 91.5	697.0 ± 97.1	264.8 ± 92.4
云雀	117.4 ± 25.2	121.4 ± 16.4	100.7 ± 21.5	100.4 ± 11.9	98.7 ± 21.8	152.2 ± 30.2	98.0 ± 23.8	130.6 ± 22.3
水鹀	0.4 ± 0.4	0.4 ± 0.2	0.3 ± 0.2	0.2 ± 0.2	0.3 ± 0.2	0.2 ± 0.2	0.4 ± 0.2	0.2 ± 0.2
白鹡鸰	3.2 ± 0.2	3.0 ± 0.6	2.4 ± 0.9	3.4 ± 0.6	1.4 ± 0.4	3.8 ± 0.9	2.7 ± 0.6	3.2 ± 0.4
三道眉草鹀	0	0	0	0	0	0	0	0
田鸫	4.2 ± 1.0	3.4 ± 0.6	4.4 ± 0.9	4.2 ± 0.8	4.9 ± 0.9	4.0 ± 0.9	5.0 ± 1.8	4.0 ± 0.71
水域 Water area								
样线数	5	5	7	5	7	5	7	5
环颈雉	0	0	0	0	0	0	0	0
小云雀	36.4 ± 10.9	49.4 ± 17.6	28.6 ± 10.6	51.2 ± 17.9	30.7 ± 7.9	56.0 ± 15.9	28.3 ± 9.1	56.6 ± 20.2
云雀	89.6 ± 21.7	7.6 ± 2.0	75.9 ± 16.0	8 ± 0.8	79.3 ± 17.1	9.2 ± 2.7	83.4 ± 20.3	8.4 ± 1.4
水鹀	3.4 ± 0.8	4.6 ± 1.2	2.9 ± 1.0	4.8 ± 1.2	3.9 ± 1.1	4.8 ± 0.7	3.4 ± 1.3	4.2 ± 1.3
白鹡鸰	4.6 ± 0.5	4.6 ± 1.0	3.71 ± 0.8	4.2 ± 0.7	3.4 ± 0.7	3.6 ± 1.2	4.1 ± 0.9	4.0 ± 1.1
三道眉草鹀	0	0	0	0	0	0	0	0
田鸫	0.4 ± 0.2	0.2 ± 0.2	0.1 ± 0.1	0.2 ± 0.2	0.1 ± 0.1	0.4 ± 0.2	0.3 ± 0.3	0.2 ± 0.2

秋 Autumn; 冬 Winter; 样线数 Line transects; 环颈雉 *Phasianus colchicus*, 小云雀 *Alauda gulgula*, 云雀 *Alauda arvensis*, 水鹀 *Anthus spinoletta*, 白鹡鸰 *Motacilla alba*, 三道眉草鹀 *Emberiza cioides*, 田鸫 *Emberiza rustica*

3.3.2 白尾鹇数量与被捕食者数量的关系

4 种生境中白尾鹇数量与被捕食者数量的关系见图 3。以白尾鹇的丰富度作为独立变量,多元线性回归模型(Enter 进入法)显示:白尾鹇丰富度与其食物丰富度在芦苇和草甸生境中呈强正相关(芦苇: $r = 0.56$, $df1 = 2, df2 = 46, P < 0.001$;草甸: $r = 0.61$, $df1 = 2, df2 = 46, P < 0.001$),在农田和水域生境中相关性不显著(表 4)。

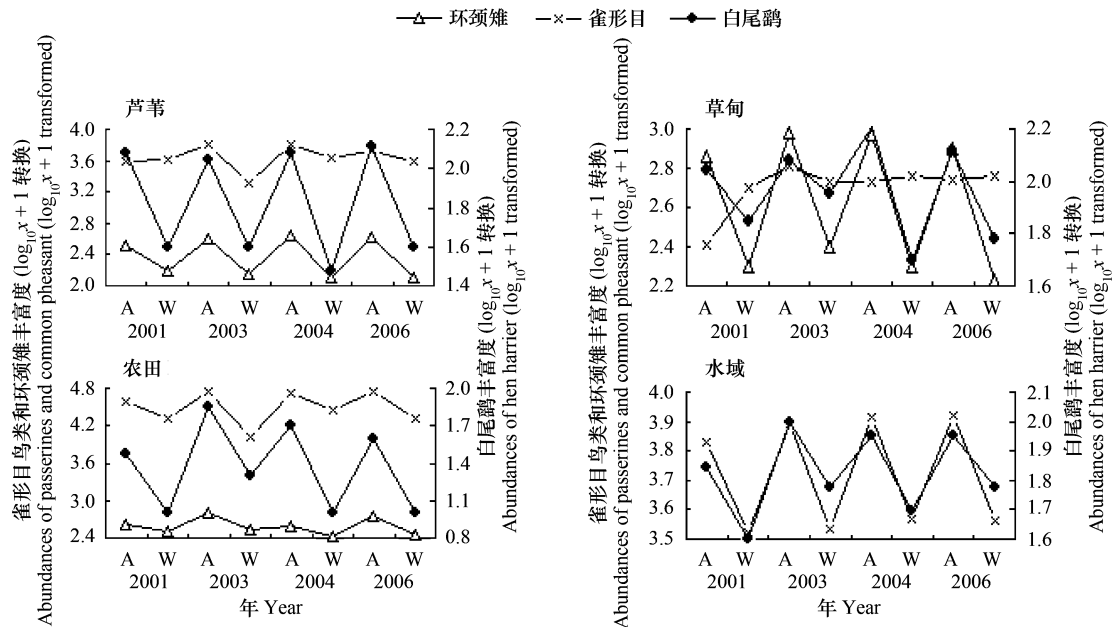


图 3 4 种生境中白尾鹇与其被捕食者丰富度

Fig. 3 The abundances of hen harrier, passerines and common pheasant in the four habitats

样线设置 2000m × 200m, A. 秋季, W. 冬季

表 4 白尾鹇数量与被捕食者数量的关系

生境 Habitat	样线数 Line transects	复相关系数 (r) Model summary	方差分析 显著性 ANOVA P	变量 Variables	偏相关系数 (r_s) Partial correlations	参考值 References		
						部分相关系数 Part correlations	截距和 斜率 B	标准误 SE
芦苇 Reed	47	0.560	<0.001 [*]	常数项 Constant			0.315	0.358
				雀形目 Passerines	0.051	0.042	0.001	0.004
				环颈雉 Pheasant	0.534	0.523	0.198	0.047
草甸 Grassland	47	0.610	<0.001 [*]	常数项 Constant			1.903	0.397
				雀形目 Passerines	- 0.341	- 0.288	- 0.071	0.029
				环颈雉 Pheasant	0.340	0.286	0.046	0.019
农田 Farmland	46	0.079	0.875	常数项 Constant			0.513	0.288
				雀形目 Passerines	0.055	0.055	0.000	0.000
				环颈雉 Pheasant	0.043	0.043	0.01	0.034
水域 Water area	46	0.032	0.835	常数项 Constant			1.181	0.200
				雀形目 Passerines	0.032	0.032	0.000	0.002

以白尾鹇丰富度作为独立变量, B 常数项表示截距, 其它 B 值为斜率; ^{*}: P 值表示极显著

3.4 影响因子分析

3.4.1 草甸中影响因子的作用

按照前文秋季草甸面积人为等级划分, 检验草甸中影响因子对草甸中白尾鹇的影响。将草甸面积等级 S1, S2, S3, S4 分别赋值 4, 3, 2, 1。以白尾鹇数量为因变量, 以草甸面积等级赋值、环颈雉数量、雀形目鸟类数

量、牛群数量为自变量建立虚拟线性回归模型(Enter 进入法),结果表明:草甸中影响因子极显著的影响草甸中白尾鹧的数量 $P = 0.001$ (表 5)。

表 5 草甸中影响因子对白尾鹧的影响
Table 5 The effect of impact factors in grassland to hen harrier

自由度 Degree of freedom	复相关系数 (r) Model summary	方差分析 显著性 ANOVA P	变量 Variables	偏相关系数 (r_s) Partial correlations	参考值 Reference		
					部分相关系数 Part correlations	截距和斜率 B	标准误 SE
df1 = 4 df2 = 22	0.74	0.001	常数项 Constant			- 2.199	1.536
			草甸面积 Proportion	0.498	0.386	0.802	0.298
			环颈雉 Pheasant	0.133	0.09	0.018	0.029
			雀形目 Passerines	0.152	0.103	0.051	0.071
			牛群 Cattle	0.336	0.24	0.05	0.03

以白尾鹧丰富度作为独立变量, B 常数项表示截距,其它 B 值为斜率

草甸面积变化对白尾鹧和雀形目鸟类均有极显著的影响,白尾鹧数量随草甸面积下降而减少(表 6,表 7),雀形目鸟类数量随草甸面积下降而增加(表 8,表 9)。多独立样本非参数检验(Kruskal-Wallis Test 法)表明:草甸面积变化对环颈雉丰富度有极显著的影响,环颈雉丰富度随草甸面积下降初期略有上升趋势,但总体上呈下降趋势($\chi^2_3 = 13.11, P = 0.004$),平均数排序为:S2(19.19) > S1(16.75) > S3(11.92) > S4(3.80)。

表 6 草甸生境不同面积中白尾鹧方差分析
Table 6 ANOVA of hen harrier among different grassland proportions

变异来源 Test resource	平方和 Sum of squares	自由度 df	均方 Mean square	F	P
组间 Between groups	10.97	3	3.67	6.53	0.002
组内 Within groups	12.89	23	0.56		
总变异 Total	23.85	26			

表 7 草甸生境不同面积中白尾鹧丰富度多重比较(LSD)
Table 7 Multiple comparisons of hen harrier in different grassland proportions (LSD)

面积 Grades	平均数 Mean	平均数 - 0.80 Mean - 0.80	平均数 - 1.67 Mean - 1.67	平均数 - 2.13 Mean - 2.13
S1	2.63	1.83 **	0.96 *	0.50
S2	2.13	1.33 **	0.46	
S3	1.67	0.87		
S4	0.80			

表 8 草甸生境不同面积中雀形目鸟类方差分析
Table 8 ANOVA of passerines among different grassland proportions

变异来源 Test resource	平方和 Sum of squares	自由度 df	均方 Mean square	F	P
组间 Between groups	393.69	3	131.23	32.51	< 0.001
组内 Within groups	92.83	23	4.04		
总变异 Total	486.52	26			

3.4.2 围网对水域生境中白尾鹧的影响

从 2005 年 12 月,洪湖湿地自然保护区的围网全部被强制拆除,有部分围网迁移到沙湖湿地自然保护区。南武湖和稻草湖全部布满围网,北武湖 1/2 面积被置围网,总置围网面积占湖面总面积约 80%,围网高出水面 0.5—1m。把置围网期间与未置围网期间的白尾鹧数量做比较,检验围网对水域生境中白尾鹧的影响。 $t = -0.196, |t| < t_{(0.05)} = 2.015, df = 44, P > 0.05$ 。结果表明:围网对白尾鹧在水域生境出现频次无显著影响。

表 9 草甸生境不同面积中雀形目鸟类丰富度多重比较 (LSD)

Table 9 Multiple comparisons of passerines in different grassland proportions (LSD)

面积 Grades	平均数 Mean	平均数 -3.25 Mean -3.25	平均数 -6.00 Mean -6.00	平均数 -9.33 Mean -9.33
S4	14.00	10.75 **	8.00 **	4.67 **
S3	9.33	6.08 **	3.33 **	
S2	6.00	2.75 *		
S1	3.25			

4 讨论

鸬属鸟类在繁殖季节主要捕食鼠类,非繁殖季节转向捕食更多的鸟类^[25-26],鼠类构成鸬属鸟类冬季食物的次要组成部分^[27]。但在研究区域鼠类的数量可以忽略不计。因为每年从4月下旬到10月中旬整个保护区的85%—90%被水淹没,而且整个保护区四周均被大堤包围,开始秋季野外调查时,研究区域水位正是随长江水位退缩而下降的时候,鼠类不可能短期内大量涌入。保护区内只有农田和堤岸常年露出水面,农田成斑块分布,并且种植了低矮的农作物。Ben 的研究^[6]表明:非闲置生境比闲置生境鼠类数量少得多,并且在高而浓密的植被中鼠类数量更丰富。

虽然草甸生境受到牛群的干扰,白尾鸬的丰富度在草甸生境中平均数最高(表1),丰富度变异系数最小(表2),说明在研究区域的四种生境中,草甸生境是白尾鸬相对较好的越冬生境。同时,草甸生境中环颈雉的丰富度平均数最高,雀形目鸟类的丰富度平均数最低。可能有以下原因:环颈雉主食植物性食物^[28],它们可能被秋季草甸中野草的种子吸引。但在高密度捕食者存在的草甸中,雀形目鸟类作为被捕食者可能为减少被捕食的风险而逃避容易被捕食的生境^[29-34],导致了草甸中高密度的环颈雉和低密度的雀形目鸟类。进一步可以推断草甸生境中白尾鸬的食物仅有环颈雉。有研究表明:泛化捕食者能在只有某一种被捕食者存在时维持较高的密度^[35-36]。10月中旬牛群引起的草甸面积减少导致草甸中的白尾鸬、环颈雉和雀形目鸟类丰富度均表现出显著的动态变化。随着草甸面积下降,环颈雉的数量总体上呈下降趋势,白尾鸬的数量随着环颈雉的丰富度下降而下降,白尾鸬与环颈雉的丰富度呈正偏相关(表4);而雀形目鸟类的数量随草甸面积下降呈上升趋势,白尾鸬与雀形目鸟类的丰富度呈负偏相关(表4),可能有以下原因:草甸面积下降导致环颈雉可以觅食和藏身的生境丧失,所以数量下降,白尾鸬在草甸生境中主要以环颈雉为捕食对象,其丰富度随被捕食者数量下降而下降,而草甸放牧扰动虫子逃窜,苍蝇、蚊子、甲虫等正是多种雀形目鸟类的食物^[37],吸引了雀形目鸟类。有研究表明:减少放牧压力可能导致生境中田云雀之类的鸟数量减少^[12]。

农田中雀形目鸟类和环颈雉的丰富度虽然都较高(表2),但白尾鸬的丰富度平均数在农田生境中最低,农田生境中白尾鸬与食物的复相关系数不显著(表4)。Tucker^[38]发现:在欧洲随着自然生境大面积的丧失,鸬属鸟类对农田生境的依赖性逐渐增强。但在我们研究区域农田呈斑块分布,没有大面积农田景观,而白尾鸬喜栖息于开阔旷野^[3]。

围网对白尾鸬在水域生境出现频次无显著影响,可能是围网高度(0.5—1m)没有达到障碍白尾鸬活动的程度。但芦苇的平均高度超过1.8m,这个高度可能很大程度上降低了白尾鸬在芦苇生境中的丰富度,Simon 等人的研究^[36]表明:虽然被捕食者的数量在茂盛浓密的植被中很丰富,但是鸬属鸟类的食物可获得性反而低。

每年11月中旬大面积芦苇砍割可能是秋、冬季节白尾鸬丰富度差异极显著的主要原因之一。

致谢:感谢湖北省林业局多年来的大力支持;吴少斌、舒实、楼利高同学参加了大量的野外工作,美国 Louisiana State University 大学王羽峰教授对写作给予帮助,在此一并致谢。

References:

[1] Chris S E. Functional equivalency between rice fields and semi-natural wetland habitats. *Conservation Biology*, 2000, 14(1): 181-191.
[2] Chen L L, Lin Z S, Liang R J. Impact of wetland loss on metapopulation with the Allee-like effect and the strategy: a study case of Yancheng in Jiangsu Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(11): 4507-4515.

- [3] Li X T. Raptors of China. Beijing: China Forestry Publishing House, 2004.
- [4] Tucker G M, Heath M F. Birds in Europe: Their Conservation Status. Cambridge: Birdlife International, 1994.
- [5] Norris K. Conserving Bird Biodiversity: General Principles and Their Application. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.
- [6] Ben J K, Christiane T, Erik G V, Cor D, Jan K. Do voles make agricultural habitat attractive to montagu's harrier *Circus pygargus*?. *Ibis*, 2007, 149: 575-586.
- [7] Clarke R, Combridge M, Combridge P. A comparison of the feeding ecology of wintering hen harriers *Circus cyaneus* centred on two heathland areas in England. *Ibis*, 1997, 139: 4-18.
- [8] Redpath S M, Thirgood S J, Leckie F M. Does supplementary feeding reduce predation of red grouse by hen harriers? *Journal of Applied Ecology*, 2001, 38: 1157-1168.
- [9] Millon A, Bourrioux J L, Riols C, Bretagnolie V. Comparative breeding biology of hen harrier and montagu's harrier: an 8-year study in north-eastern France. *Ibis*, 2002, 144: 94-105.
- [10] Green R E, Etheridge B. Breeding success of the hen harrier *Circus cyaneus* in relation to the distribution of grouse moors and the red fox *Vulpes vulpes*. *Journal of Applied Ecology*, 1999, 36: 472-483.
- [11] Redpath S M, Thirgood S J, Clarke R. Field vole *Microtus agrestis* abundance and hen harrier *Circus cyaneus* diet and breeding in Scotland. *Ibis*, 2002, 144: 33-38.
- [12] Thirgood S M, Redpath S M, Newton I, Hudson P. Raptors and red grouse: conservation conflicts and management solutions. *Conservation Biology*, 2000, 14(1): 95-104.
- [13] Redpath S M, Arroyo B E, Leckie E M, Bacon P, Bayfield N, Grtterez R J, Thirgood S J. Using decision modeling with stakeholders to reduce human-wildlife conflict: a raptor-grouse case study. *Conservation Biology*, 2004, 18(2): 350-359.
- [14] Clarke R, Bourgonje A, Castelijns H. Food niches of sympatric marsh harriers *Circus aeruginosus* and hen harriers *C. cyaneus* on the Dutch coast in winter. *Ibis*, 1993, 135: 424-431.
- [15] Garcia J T, Arroyo B E. Food-niche differentiation in sympatric hen harrier *Circus cyaneus* and montagu's harriers *Circus pygargus*. *Ibis*, 2005, 147: 144-154.
- [16] Potts G R. Global dispersion of nesting hen harriers *Circus cyaneus*; implications for grouse moors in the U. K. *Ibis*, 1998, 140: 76-88.
- [17] Amar A, Redpath S M. Habitat use by hen harriers *Circus cyaneus* on Orkney: implications of land-use change for this declining population, 2005, *Ibis* 147: 37-47.
- [18] Redpath S M, Thirgood S J. Numerical and functional responses in generalist predators: hen harriers and peregrines on Scottish grouse moors. *Journal of Animal Ecology*, 1999, 68: 879-892.
- [19] Liu H J. Observation on the ecology of the hen harrier when the winter time. *Zoological Research*, 1985, 6(4): 421-422.
- [20] Green R. Diagnosing causes of population declines and selecting remedial actions. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.
- [21] Underhill L, Gibbons D. Mapping and Monitoring Bird Populations: Their Conservation Uses. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.
- [22] Whittingham M J, Swetnam R D, Wilson J D, Chamberlain D E, Freckleton R P. Habitat selection by yellowhammers *Emberiza citrinella* on lowland farmland at two spatial scales: implications for conservation management. *Journal of Applied Ecology*, 2005, 42: 270-280.
- [23] Xiao H F. Atlas of Important Protected Wildlife of Hubei. Wuhan: Hubei Technology Press, 1996.
- [24] Bibby C J, Burgess N D, Hill D A. Bird Census Techniques. London: Academic Press, 1992.
- [25] Simmons R E, Barnard P, Macwhirter B, Hanson G L. The influence of microtines on polygyny, productivity, age, and provisioning of breeding northern harriers: a 5-year study. *Canadian Journal of Zoology-revue Canadienne de Zoolgie*, 1986, 64: 2447-2456.
- [26] Barnard P, MacWhirter B, Simmons R, Hanson G L, Smith P C. Timing of breeding and the seasonal importance of passerine prey to northern harriers *Circus cyaneus*. *Canadian Journal of Zoology-revue Canadienne de Zoolgie*, 1987, 65: 1942-1946.
- [27] Marquiss M. Habitat and diet of male and female Hen Harriers in Scotland in winter. *Br. Birds*, 1980, 73: 555-560.
- [28] Yin Z H, Liu R S. Feeding and fledgling growth of common pheasant. *Chinese Journal of Zoology*, 1995, 30(5): 26-29.
- [29] Ferguson S H, Bergerud A T, Ferguson R. Predation risk and habitat selection in the persistence of a remnant caribou population. *Oecologia*, 1988, 76: 236-245.
- [30] Brown J S, Kotler B P, Smith R J, Wirtz W. The effects of owl predation on the foraging behaviour of heteromyid rodents. *Oecologia*, 1988, 76: 408-415.
- [31] Lister B C, Aguayo A G. Seasonality, predation and the behaviour of a tropical mainland anole. *Journal of Animal Ecology*, 1992, 61: 717-733.
- [32] Suhonen J, Norrdahl K, Korpimaki E. Avian predation risk modifies breeding bird community on a farmland area. *Ecology*, 1994, 75: 1626-1634.
- [33] Cowlshaw G. Trade-offs between foraging and predation risk determine habitat use in a desert baboon population. *Animal Behaviour*, 1997, 53: 667-686.
- [34] Norrdahl K, Korpimaki E. Fear in farmlands: how much does predator avoidance affect bird community structure? *Journal of Avian Biology*, 1998, 29: 79-85.
- [35] Andersson M, Erlinge S. Influence of predation on rodent populations. *Oikos*, 1977, 29: 591-597.
- [36] Simon J, Thirgood S M, Redpath S M, Peter R, Nicholas J A. Raptor predation and population limitation in red grouse. *Journal of Animal Ecology*, 2000, 69: 504-516.
- [37] Walton K C. Diet of meadow pipits anthus pratensis on mountain grassland in Snowdonia. *Ibis*, 1979, 121: 325-329.
- [38] Tucker G. Priorities for Bird Conservation in Europe: the Importance of the Farmed Landscape. London: Academic Press, 1997.

参考文献:

- [2] 陈玲玲,林振山,梁仁君. 生境丧失对具有似 Alice 效应集合种群的影响及对策——以江苏盐城为例. *生态学报*, 2007, 27(11): 4507-4515.
- [19] 刘焕金. 白尾鹧冬季生态观察. *动物学研究*, 1985, 6(4): 421-422.
- [23] 肖华方. 湖北省重点保护野生动物图谱. 武汉: 湖北科技出版社, 1996.
- [28] 尹祚华, 刘如笋. 环颈雉的饲养与雏鸟生长发育. *动物学杂志*, 1995, 30(5): 26-29.