

DOI:10.13275/j.cnki.lykxyj.2021.04.017

# 江苏省天福国家湿地公园鸟类栖息地植物群落特征对鸕鹚类水鸟的影响研究

邵君学<sup>1</sup>, 胡昕欣<sup>2</sup>, 李欣<sup>3,4</sup>, 周婷婷<sup>3,4</sup>, 冯育青<sup>3,4</sup>,  
刘宁<sup>5</sup>, 周敏军<sup>3</sup>, 谢冬<sup>1,3\*</sup>

(1. 南京林业大学生物与环境学院, 江苏 南京 210037; 2. 中华人民共和国国际湿地公约履约办公室 国家林业与草原局, 北京 100714;  
3. 太湖湿地生态系统国家定位观测站, 江苏 苏州 215000; 4. 苏州市湿地保护管理站, 江苏 苏州 215128;  
5. 天福国家湿地公园保护管理中心, 江苏 苏州 215000)

**摘要:** [目的] 研究栖息地植物群落特征的季度变化规律, 探讨其对鸕鹚类水鸟群落的影响机制, 为鸟类栖息地管理提供科学依据。[方法] 2019/07—2020/07 期间, 在天福国家湿地公园鸟类栖息地, 利用样方法和样线法分别获取植物群落特征数据和鸕鹚类水鸟群落数据, 通过转换变量, 构建回归模型。通过主成分分析和聚类分析对鸕鹚类水鸟进行鸟类集团划分。[结果] 统计分析发现: (1) 天福国家湿地公园共记录到草本植物 30 科 72 属 77 种, 鸕鹚类水鸟 18 种 230 只; (2) 植物群落高度和植被覆盖度的比值与鸕鹚类水鸟个体总数和鸟类个体总数的比值呈显著正相关; (3) 不同性状的鸕鹚类对植物群落特征的季度变化响应程度有差异, 通过主成分分析和聚类分析将鸕鹚类水鸟划分成 4 个鸟类集团, 其中集团 4 即中翼长、中嘴裂长、中跗跖长的鸕鹚类水鸟受植物群落特征的季度变化影响大于其他鸕鹚类鸟类集团。(4) 目前天福国家湿地公园保护管理中心未进行区分不同植物群落而采取有差别的管理措施, 属于无区别化干扰。[结论] 天福国家湿地公园鸟类栖息地植物群落特征对鸕鹚类水鸟群落特征有显著影响, 且对不同鸕鹚类鸟类集团的影响机制具有差异性; 研究区无区别化的栖息地管理措施须结合植被群落演替规律及不同性状鸕鹚类水鸟的生境需求而精准改进, 建议针对不同鸕鹚类鸟类集团的差异性生境需求, 精准管理不同的植物群落特征, 同时增加不同类别的栖息地管理措施。

**关键词:** 植物群落特征; 鸕鹚类; 鸟类集团; 鸟类栖息地; 栖息地管理; 天福国家湿地公园

**中图分类号:** Q958

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-1498(2021)04-0141-08

鸕鹚类 (waders) 水鸟是湿地生态系统鸟类多样性的重要组成部分, 是“东亚-澳大利西亚”候鸟迁徙线上的重要水鸟类群。由于气候变化和人类活动的影响, 大量湿地已经丧失和退化, 这对水鸟多样性构成了严重威胁<sup>[1-5]</sup>。植物群落作为水鸟栖息地三大生境因子 (植物、水、食物) 之一, 在鸕鹚类水鸟生境的恢复和保护工作中至关重要, 因此植物群落特征对鸕鹚类水鸟组成和分布的影响机制日益

受到关注。有关鸕鹚类水鸟的生境需求、保护和恢复的研究已有不少, 如葛振鸣等<sup>[6]</sup> 在长江口杭州湾对鸕形目鸟类群落生境选择的研究指出, 海三棱藨草 (*Bolboschoenoplectus mariqueter* (Tang & F.T. Wang) Tatanov) 覆盖比例对鸕形目鸟类群落有正向影响, 而芦苇 (*Phragmites communis* (Cav.) Trin. ex Steud.)、互花米草 (*Spartina alterniflora* Loisel.) 密植区域则不利于鸕形目鸟类利用。胡越凯等<sup>[7]</sup> 的研

收稿日期: 2021-03-12 修回日期: 2021-03-29

基金项目: 江苏省农业科技自主创新资金项目“江苏典型退化湿地生态修复技术研究集成与示范 [CX(18)2026]”; 江苏省高校优势学科建设工程资助项目 (PAPD); 一个长江野生动植物保护小额基金项目“江苏昆山天福国家湿地公园鸟类栖息地恢复与维护”[Wuhan WTL-A000081(OPF080)-2.1.1.1.1] 资助

\* 通讯作者: 谢冬, 副教授。E-mail: xiedong0123@gmail.com

究指出,海三棱藨草生境破碎化趋势使得鸕鹚类鸟类群落有向其他生境转移的趋势。但有关这些研究,(1)多是基于自然滨海湿地及河口滩涂湿地,而没有关注以池塘为典型生境类型的人工恢复湿地;(2)所讨论的植物群落特征大多局限于具体植物种类,而没有关注整体植物群落特征,以及在时间维度上伴随植物群落演替和人为干扰双重影响下植物群落的变化对鸕鹚类水鸟的影响。(3)仅关注鸕鹚类水鸟各种群特征,未从功能性状的水平上关注其物种集团的组成和分布。集团是指一群具有相似的方式探索和利用同类环境资源的物种集合和群落功能单位<sup>[8]</sup>。作为群落功能群的重要类型,通过鸟类群落集团的划分有助于从功能群的角度探究鸟类物种在群落中的功能定位<sup>[9]</sup>。这一概念早已成为鸟类群落功能群研究的常用方法<sup>[10-11]</sup>。但使用功能性状作为划分集团的变量还较少,本研究以鸕鹚类水鸟性状作为划分鸟类集团的变量,探究植物群落特征的季度变化对不同鸕鹚类鸟类集团的差异性影响,从而为鸕鹚类水鸟栖息地恢复和管理提供理论依据。

## 1 研究区域

天福国家湿地公园位于江苏省苏州市昆山市花桥经济开发区境内,地处太湖流域吴淞江水系中游,距离吴淞江干流 5 km,地理坐标范围:121°05'22.32"~121°07'44.08" E, 31°19'18.28"~31°21'13.53" N,湿地公园批复总面积 779.54 hm<sup>2</sup>。年平均气温 17.6℃;年平均降水量 1 200.4 mm,年平均日照时间 1 789.2 h。气候温和湿润,四季分明,光照充足,雨量充沛<sup>[12]</sup>。

鸟类栖息地恢复区为典型人工修复湿地,2017年改造恢复,遵循低影响管理原则,内部草甸和开阔水面为野生鸟类提供了栖息环境和食物资源,完整的生态系统服务功能让鸟类栖息地恢复区成为天福国家湿地公园的“一道独特的风景线”。

## 2 研究方法

### 2.1 植物群落样地调查

样地设置:根据研究区实际土地利用情况,划分 45 块极少有人类活动用地进行调查。据方精云等<sup>[13]</sup>关于植物野外清查的研究方法,在每个样地内随机选取 3 个 1 m × 1 m 样方,共计 135 个样方,

样方框内用绳索分割并固定成 25 个 20 cm × 20 cm 的小方格以便于估算样方内植物盖度和数量。于 2019 年 7 月至 2020 年 7 月历经 5 个季度对研究区的植被群落进行调查。

调查指标选取和测定:详细记录每个样方内草本植物的种类、数量、盖度以及植物群落高度,使用经纬仪记录样方所在地海拔、经纬度等指标。数量与盖度采用目测估算;高度:皮尺测量。

### 2.2 鸟类调查及鸟类性状测量

鸟类调查:采用“样带法”方式于 2019 年 7 月至 8 月,2020 年 7 月至 8 月进行每月 1 次的鸟类调查,每次持续 2 天。鸟类观测选择晴朗少风的天气,并根据鸟类活动习性,在晨昏 2 个时间段(7:00—10:00; 16:00—18:00)开展调查。根据《中国鸟类分类分布名录》(第 3 版)<sup>[14]</sup>进行识别、记录,具体调查方法为:对样线或样点 100 m 范围内的样带,通过双筒望远镜、单筒望远镜、专业单反相机对鸟类进行观察和辨别,并结合《江苏鸟类》等手册进行野外辨识,记录种类、数量,为控制调查系统误差,每次调查人员保持一致。

鸟类性状测量:鸟类性状数据采集自中国科学院动物研究所国家动物标本资源库,具体方法:取各鸕鹚类鸟种标本 5 份,分别使用游标卡尺测量不同的性状(嘴裂长、翼长、跗跖长)。

### 2.3 数据处理与分析

2.3.1 植被群落特征统计及分析 分别统计植物群落高度(PCH)及调查区植被覆盖度(VC),并通过 Pearson 相关性检验分析两者的相关关系,计算二者比值(PCH/VC),分析季度变化规律。植被群落高度:每个样方中所有植株高度的均值;植被覆盖度:样方中植株的投影面积占样方面积的百分数的均值。

2.3.2 鸟类数据分析及鸕鹚类水鸟集团划分 按季度统计鸟类个体总数(TNB)及鸕鹚类水鸟个体总数(TNW),并通过 Pearson 相关性检验分析两者的相关关系。计算两者比值(TNW/TNB),结合植物群落特征 PCH/VC,建立 PCH/VC 和 TNW/TNB 的一元线性回归模型。

通过 K-means 聚类方法分别将鸕鹚类水鸟翼长、嘴裂长、跗跖长 3 种性状数据划分成高-中-低 3 个水平,共获得 9 个鸟类集团变量,再对各鸟种就 9 个鸟类集团变量进行评估赋值,符合变量要求

的赋值1,其余赋值0<sup>[15]</sup>。接着对各鸟种的得分情况进行主成分分析,截取特征值 $\geq 1$ 的主成分进行降维分析。在各主成分中选取载荷量绝对值 $\geq 0.6$ 的变量作为该主成分的显著变量<sup>[16]</sup>。根据显著变量的构成确定该成分主要反应的鸟类集团信息,将获得的若干主成分得分为变量两两为轴建立直角坐标系,绘制散点图,再对各主成分得分进行系统聚类分析,获得各鸟种主成分得分的平均联接(组间)树状图,散点图与树状图相结合划分出最终的鸟类集团<sup>[17]</sup>。最后分析不同鸟类集团个体数在鸕鹚类水鸟个体总数(TNW)中的占比(即不同鸟类集团对TNW的贡献值),可得出植物群落特征PCH/VC对不同鸟类集团影响的差异性。

此外,依据上海气象局(<http://sowweather.com/>)资料,定义3—5月为春季、6—8月为夏季、9—11月为秋季、12月至翌年2月为冬季<sup>[18]</sup>。本研究所获取数据均以IBM SPSS Statistics 20、Excel 2019软件进行数据处理和数据分析。

## 3 结果与分析

### 3.1 植物群落特征

在鸕鹚类水鸟频繁活动的水域周边共计12个样地、36个样方中,共记录到草本植物77种,分属31科72属;其中禾本科代表植物有:雀稗(*Paspalum thunbergii* Kunth ex Steud.);菊科代表植物有:蒲公英(*Taraxacum mongolicum* Hand.-Mazz.)。各季度植物群落高度(PCH)分别是32.32、48.81、25.44、24.84、32.39 cm;各季度调查区植被覆盖度(VC)分别是0.62、1.08、0.62、0.39、0.51;各季度PCH/VC分别是52.15、45.37、41.22、63.03、63.19(表1)。Pearson相关性分析结果显示植物群落高度和植被覆盖度各季度的分布在0.05水平(双侧)上显著相关( $r=0.916$ ,  $p=0.029$ ),均在2019年秋季达到峰值,2020年春季达到最低(图1a、图1b)。PCH/VC比值在2019年夏季至冬季呈下降趋势,在2020年春季至夏季呈上升趋势(图1c)。

表1 各季度植物群落特征

Table 1 Characteristics of plant community in each season

项目 Items	2019/06/07/08夏 Summer	2019/09/10/11秋 Autumn	2019/12—2020/01/02冬 Winter	2020/03/04/05春 Spring	2020/06/07/08夏 Summer
植被覆盖度 Vegetation coverage (VC)	0.62	1.08	0.62	0.39	0.51
植物群落高度 Plant community height (PCH)	32.32	48.81	25.44	24.84	32.39
PCH/VC	52.15	45.37	41.22	63.03	63.19

### 3.2 鸟类群落特征

调查期间共记录到鸟类119种,总个体数3401只;其中鸕鹚类水鸟共18种,个体数230只,代表种有金眶鸕(*Charadrius dubius* Scopoli)、黑翅长脚鸕(*Himantopus himantopus* Linnaeus)。各季度分别记录到鸟类个体总数(TNB)及鸕鹚类水鸟个体总数(TNW)分别为154、13;776、27;742、15;1104、124;625、51,表明二者在各季度变化趋势一致(图1d、图1e),但无显著相关性( $r=0.731$ ,  $p=0.160$ )。各季度二者的比值TNW/TNB分别是0.08;0.03;0.02;0.11;0.08(表2),比值TNW/TNB在2019年夏季至冬季呈下降趋势,在2019年冬季至2020年春季呈上升趋势(图1f)。

### 3.3 植物群落特征和鸕鹚类水鸟群落特征的关系

以植物群落特征(PCH/VC)为自变量,鸕鹚类水鸟群落特征(TNW/TNB)为因变量构建一元线性

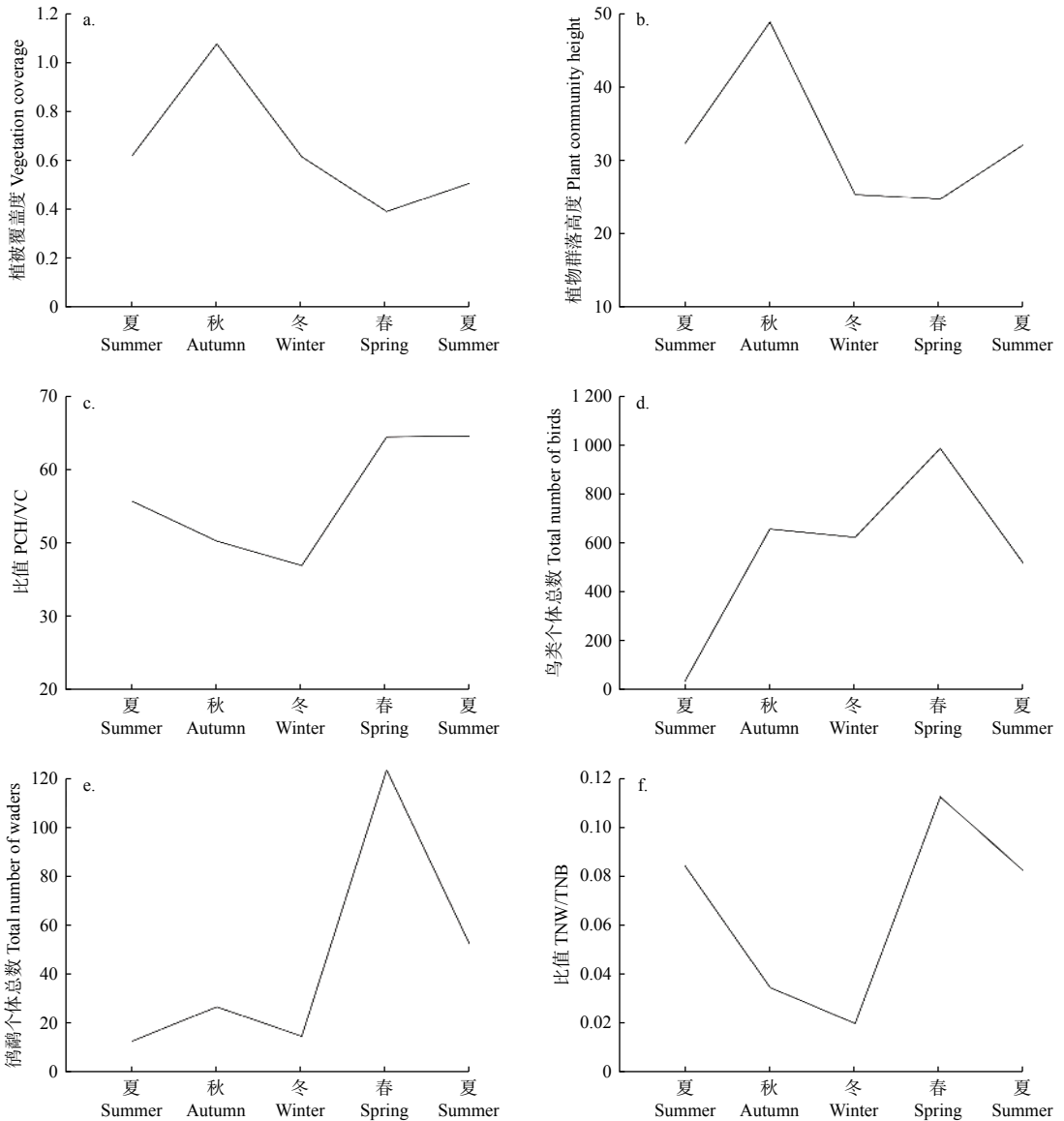
回归模型,发现模型汇总调整后 $R^2=0.764$ , $p<0.05$ ;自变量回归系数0.003, $p<0.05$ ;常量-0.116。最终构建回归方程:

$$Y=0.003X-0.116 \quad (1)$$

式中:Y:鸕鹚类水鸟群落特征(TNW/TNB);X:植物群落特征(PCH/VC)。

### 3.4 鸕鹚类水鸟集团划分

主成分分析显示,前3个主成分(PC1~PC3)的特征值大于1,累积贡献率达80.49%,因此选取PC1~PC3进行下一步分析。PC1的显著变量是高翼长、低翼长、高嘴裂长、低嘴裂长、高跗跖长、低跗跖长;PC2的显著变量是中翼长、高跗跖长、中跗跖长;PC3的显著变量是低跗跖长(表3)。对PC1~PC3得分构建坐标系(图2a~c)及进一步的系统聚类结果(图2d)显示将组间联接平方距离定为7时可合理地划分出4个鸟类集团。结合PC1~



注：图中横坐标各季度对应实际调查时间从左到右分别是：2019/06/07/08；2019/09/10/11；2019/12—2020/01/02；2020/03/04/05；2020/06/07/08

Note: The abscissa in the figure corresponding to the actual survey time in each quarter from left to right are: 2019/06/07/08; 2019/09/10/11; 2019/12—2020/01/02; 2020/03/04/05; 2020/06/07/08

图 1 各季度植物群落及鸟类群落特征变化规律

Fig. 1 Characteristics of plant community and bird community in each season

表 2 各季度鸟类群落特征

Table 2 Characteristics of birds community in each season

项目 Items	2019/06/07/08夏 Summer	2019/09/10/11秋 Autumn	2019/12—2020/01/02冬 Winter	2020/03/04/05春 Spring	2020/06/07/08夏 Summer
鸟类个体总数 Total number of birds (TNB)	154	776	742	1104	625
鸕鹚类个体总数 Total number of waders (TNW)	13	27	15	124	51
TNW/TNB	0.08	0.03	0.02	0.11	0.08

PC3 主成分的显著变量，将 4 个鸟类集团定义为：

(1) 高翼长、高嘴裂长、高跗跖长集团，包括 3 种鸕鹚类水鸟，有黑翅长脚鸕鹚 (*Himantopus*

*himantopus* Linnaeus.)、反嘴鸕鹚 (*Recurvirostra avosetta* Linnaeus.)、青脚鸕鹚 (*Tringa nebularia* Gunnerus.)。



表3 基于9个鸻鹬类水鸟集团变量的PCA结果

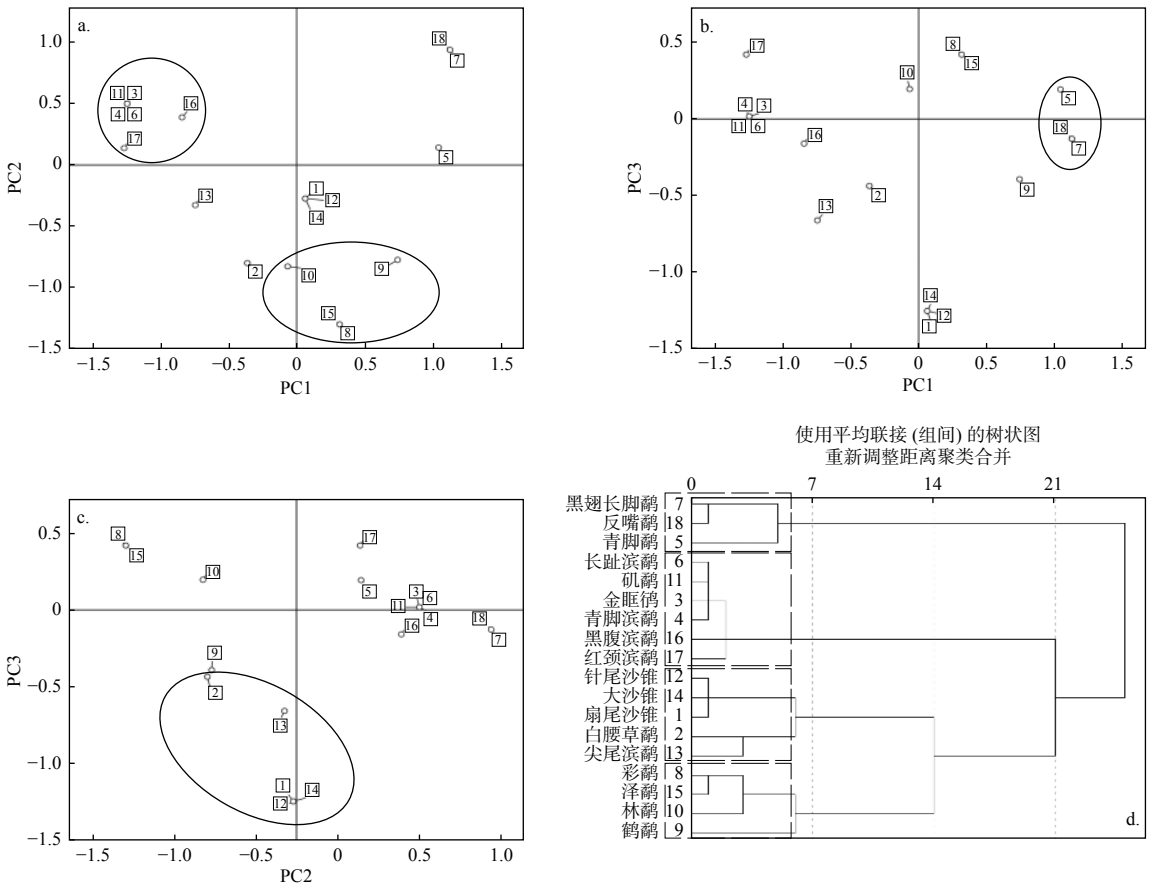
Table 3 PCA analysis results based on 9 waders guild variables

变量 Variables	主成分 Principal components		
	PC1	PC2	PC3
高翼长 Long wing length	0.73	0.58	0.22
中翼长 Medium wing length	0.17	-0.83	-0.46
低翼长 Short wing length	-0.76	0.44	0.32
高嘴裂长 Long rictus	0.75	0.25	-0.47
中嘴裂长 Medium rictus	-0.04	-0.56	0.46
低嘴裂长 Short rictus	-0.75	0.17	0.20
高跗跖长 Long tarsometatarsus	0.61	0.62	0.11
中跗跖长 Medium tarsometatarsus	0.46	-0.61	0.48
低跗跖长 Short tarsometatarsus	-0.80	0.16	-0.61
解释方差的百分比 Explained variance/%	38.87	26.73	14.89
特征值 Eigenvalue	3.50	2.41	1.34

(2) 低翼长、低嘴裂长、低跗跖长集团, 包括6种鸻鹬类水鸟, 有长趾滨鹬 (*Calidris subminuta* Middendorff.)、矶鹬 (*Actitis hypoleucos* Linnaeus.)、金眶鸻 (*Charadrius dubius* Scopoli.)、青脚滨鹬 (*Calidris temminckii* Leisler.)、黑腹滨鹬 (*Calidris alpina* Linnaeus.)、红颈滨鹬 (*Calidris ruficollis* Pallas.)。

(3) 中翼长、高嘴裂长、低跗跖长集团, 包括5种鸻鹬类水鸟, 有针尾沙锥 (*Gallinago stenura* Bonaparte.)、大沙锥 (*Gallinago megala* Swinhoe.)、扇尾沙锥 (*Gallinago gallinago* Linnaeus.)、白腰草鹬 (*Tringa ochropus* Linnaeus.)、尖尾滨鹬 (*Calidris acuminata* Horsfield.)。

(4) 中翼长、中嘴裂长、中跗跖长集团, 包括4种鸻鹬类水鸟, 有彩鹬 (*Rostratula benghalensis* Linnaeus.)、泽鹬 (*Tringa stagnatilis* Bechstein.)、林



注: (a) 鸻鹬类水鸟在 PC1-PC2 坐标轴的分布 (b) 鸻鹬类水鸟在 PC1-PC3 坐标轴的分布 (c) 鸻鹬类水鸟在 PC2-PC3 坐标轴的分布 (d) 鸻鹬类水鸟主成分得分系统聚类树状图

Note: (a) Distribution of waders in first and second axis (b) Distribution of waders in first and third axis (c) Distribution of waders in second and third axis (d) The tree of clustering results with the principle component score of waders

图2 鸻鹬类水鸟 PCA 分布及聚类分析

Fig. 2 Distribution in PCA axis and cluster analysis of waders species

鹬 (*Tringa glareola* Linnaeus.)、鹤鹬 (*Tringa erythropus* Pallas.)。

### 3.5 植物群落特征对不同鹤鹬类水鸟集团的影响

通过植物群落特征和鹤鹬类水鸟之间的数学关系,结合4个鹤鹬类水鸟集团个体数在鹤鹬类水鸟个体总数(TNW)中的占比可以看出:在研究区,植物群落特征的演替变化对4个鹤鹬类水鸟集团具有差异性的影响。植物群落特征的季度变化对集团4影响最大,达34%;对集团2和集团3的影响次之,达25%、27%;对集团1的影响相对较小,仅14%。

## 4 讨论

### 4.1 植物群落特征季度变化和鹤鹬类水鸟群落动态

鹤鹬生境的优劣与植被覆盖度和植物群落高度相关<sup>[19]</sup>。据唐承佳等<sup>[20]</sup>的研究,湿地植被覆盖度大于60%时,鹤鹬基本不出现,当植被覆盖度为10%~20%时,数量最多。而不同的植物群落高度则会吸引着不同性状的鹤鹬类水鸟,根据《野生生物湿地管理》<sup>[21]</sup>,低矮丛生植被更加吸引大型鹤鹬类,湿润的低矮草地则更加吸引中小型鹤鹬类前来觅食和栖息。研究结果表明,植物群落特征(PCH/VC)变化趋势和鹤鹬类水鸟群落特征(TNW/TNB)的变化趋势保持一致(图1c, 1f),且都是冬季最低,春季最高。这一结果在和前人的研究结果相互印证的基础上,可定量看出PCH和VC是如何影响鹤鹬类以及整体鸟类季度分布。鸟类对栖息地的选择的主要影响因素有水、食物和隐蔽性<sup>[22]</sup>。由于集团4鹤鹬类水鸟对植物群落特征的季度变化的敏感性相对其他鸟类集团最大,因此推测,研究区目前更具有提供并调控中等翼长嘴裂长和跗跖长的鹤鹬类水鸟生境能力。集团2和集团3的敏感性处于中等,推测研究区拥有适合这两个集团鹤鹬类水鸟栖息的生境,但需加强这种生境的维护和管理。集团1的突出性状特征在于高嘴裂长、高跗跖,这种性状特征更有利于获取较深水域里的食物,推测集团1鹤鹬类水鸟在研究区对水深的敏感性可能大于对植物群落季度变化的敏感性。

本研究仅从植物群落特征的季度变化角度分析和探讨了植物群落特征对鹤鹬类的影响机制,还不能完全解释在食物资源相对缺乏的春季,鹤鹬类个

体总数达到峰值的原因。由此也可进一步推测研究区的植物群落特征并非通过提供食物进而影响鹤鹬类季度动态变化。

### 4.2 栖息地管理措施对植物群落和鸟类群落季度变化的影响

草地植物群落特征季度变化一方面遵循植物群落演替规律,另一方面,也受到人类活动的干扰。通过走访调查,自2020年1月开始,天福国家湿地公园开始刈割研究区高茎草本植物地上部分。显然人为干扰显著影响植物群落高度,同时大量植物叶片被人为地从湿地生态系统中移出,这对植被覆盖度也产生了重要影响。两方面原因都解释了冬季和春季PCH和VC都处于变化曲线的波谷位置(图1a, 1b)。同时结果显示,冬季之后,春季的植物群落高度和植被覆盖度的比值显著增加,说明管理方目前采取的管理措施对植物群落高度的抑制作用小于对植被覆盖度的抑制作用。一定程度上增加了鹤鹬类在整体鸟类中的比重。

根据式(1)可推测,草地植物群落正常演替不受人为活动干扰,则VC会显著增加,同时PCH在短期内不会增长(会随着季相更替规律变化),由此导致植物群落高度和植被覆盖度的比值减小,意味着鹤鹬类在鸟类中的占比有极大可能性会降低,因此管理工作须对植物群落的自然演替有更加充分的认识和警觉。

## 5 结论

通过实地调查和数据分析,将两个植物群落特征(植物群落高度、植被覆盖度)转换成比值,结合鹤鹬类水鸟个体总数在整体鸟类个体总数上的占比,构建回归模型,两者显著正相关;并进一步划分鹤鹬类水鸟集团,得出不同性状的鹤鹬类对植物群落特征的季度变化响应程度有差异,其中集团4即中翼长、中嘴裂长、中跗跖长的鹤鹬类水鸟受植物群落特征的季度变化影响大于其他鹤鹬类水鸟集团;目前无区别化的栖息地管理措施须结合植被群落演替规律及不同性状鹤鹬类水鸟的生境需求而改进。

**致谢:** 承蒙苏州市湿地保护管理站及天福国家湿地公园保护管理中心大力支持;在鸟类功能性状数据研究方面,感谢西交利物浦大学李黎及中国科学院动物研究所国家动物标本资源库贺鹏的悉心指导和协助。再次致以谢忱!

## 参考文献:

- [1] Anthony D, Matzke N. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?[J]. *Nature*, 2011, 471(7336): 51-7.
- [2] Betts M G, Wolf C, Pfeifer M, *et al.* Extinction filters mediate the global effects of habitat fragmentation on animals[J]. *Science*, 2019, 366(6470): 1236-1239.
- [3] Ceballos G, Ehrlich P. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction[J]. *Science Advances*, 2015, 1(5): 1-5.
- [4] Kerbirou C, Leviol I, Robert A, *et al.* Tourism in protected areas can threaten wild populations: from individual response to population viability of the chough *Pyrrhocorax*[J]. *Journal of Applied Ecology*, 2010, 46(3): 657-665.
- [5] Oliver Krüger. The role of ecotourism in conservation: panacea or Pandora's box?[J]. *Biodiversity & Conservation*, 2005, 14(3): 579-600.
- [6] 葛振鸣, 王天厚, 施文彧, 等. 长江口杭州湾鸻形目鸟类群落季节变化和生境选择[J]. *生态学报*, 2006, 26(1): 40-47.
- [7] 胡越凯, 庞毓雯, 焦盛武, 等. 基于遥感的杭州湾湿地鸻鹬类水鸟适宜生境时空变化特征研究[J]. *杭州师范大学学报: 自然科学版*, 2019, 18(3): 319-328.
- [8] Root R. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher[J]. *Ecological Monographs*, 1966, 37: 317-350.
- [9] Freemark K E, Merriam H G. Importance of area and habitat heterogeneity to bird assemblages in temperate forest fragments[J]. *Biological Conservation*, 1986, 36(2): 115-141.
- [10] Lim H C, Sodhi N S. Responses of avian guilds to urbanisation in a tropical city[J]. *Landscape & Urban Planning*, 2004, 66(4): 199-215.
- [11] Sandström U G, Angelstam P, Mikusiński G. Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2006, 77(1-2): 39-53.
- [12] 朱焱, 杨金彪, 朱莲芳, 等. 苏州城市化进程与城市气候变化关系研究[J]. *气象科学*, 2012, 32(3): 317-324.
- [13] 方精云, 王襄平, 沈泽昊, 等. 植物群落清查的主要内容、方法和技术规范[J]. *生物多样性*, 2009, 17(6): 533-548.
- [14] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录(第3版)[M]. 北京: 科学出版社, 2017, 202-208.
- [15] 王勇, 许洁, 杨刚, 等. 城市公共绿地常见木本植物组成对鸟类群落的影响[J]. *生物多样性*, 2014, 22(2): 196-207.
- [16] 陈锦云, 周立志. 安徽沿江浅水湖泊越冬水鸟群落的集团结构[J]. *生态学报*, 2011, 31(18): 5323-5331.
- [17] 韩晶. 微栖息地尺度下植被特征对鸟类群落的影响——以北京奥林匹克森林公园为例[D]. 北京, 北京林业大学, 2017.
- [18] 王勇. 城市公共绿地常见木本植物对鸟类群落的影响[D]. 上海, 华东师范大学, 2014.
- [19] 李艳英, 田杰, 刘红磊, 等. 鸻鹬类水鸟的生境需求选择与生境恢复策略[J]. *湿地科学与管理*, 2020, 16(4): 23-26.
- [20] 唐承佳, 陆健健. 围垦堤内迁徙鸻鹬群落的生态学特性[J]. *动物学杂志*, 2002, (2): 27-33.
- [21] Gray M J, Hagy H M, Nyman J A, *et al.* *Wetland Techniques: Volume 3: Applications and Management*[M]. Berlin: Springer Netherlands, 2013, 121-180.
- [22] 蒋爱伍, 周放, 覃玥, 等. 中国大陆鸟类栖息地选择研究十年[J]. *生态学报*, 2012, 32(18): 5918-5923.

# Influence of Plant Community Characteristics on Bird Habitat of Wader in Tianfu National Wetland Park, Jiangsu Province

SHAO Jun-xue<sup>1</sup>, HU Xin-xin<sup>2</sup>, LI Xin<sup>3,4</sup>, ZHOU Ting-ting<sup>3,4</sup>, FENG Yu-qing<sup>3,4</sup>,  
LIU Ning<sup>5</sup>, ZHOU Min-jun<sup>3</sup>, XIE Dong<sup>1,3</sup>

(1. College of Biology and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China; 2. Performance Office of the People's Republic of China Convention on International Wetlands, National Forestry and Grassland Administration, Beijing 100714, China; 3. National Positioning Observation Station of Taihu Lake Wetland Ecosystem, Suzhou 215000, Jiangsu, China; 4. Suzhou Wetland Protection and Management Station, Suzhou 215128, Jiangsu, China; 5. Tianfu National Wetland Park Conservation Management Center, Suzhou 215000, Jiangsu, China)

**Abstract:** [Objective] To study the seasonal variation of habitat plant community characteristics and its influence mechanism on wader community in order to provide support for bird habitat management. [Method] From July 2019 to July 2020, the data of plant community characteristic were collected by sample method and the data of wader community were collected by line transect method in the bird habitat of Tianfu National Wetland Park, and regression model was established to study the influence mechanism by transforming variables. Principal component analysis (PCA) and cluster analysis (CLA) were used to classify the wader. [Result] The results of statistical analysis of the data collected from the bird habitat in Tianfu National Wetland Park showed that: (1) A total of 77 species of 72 genera and 30 families of herbaceous plants were recorded, and 230 waders of 18 species were recorded. (2) The ratio of plant community height to vegetation coverage was significantly positively correlated with the ratio of the total number of birds to the total number of wader. (3) The response degree of different functional traits of wader to the seasonal variation of plant community characteristics was different. Based on PCA and CLA, the waders were divided into 4 bird groups, among which the wader species of group 4 (medium-wing-length, medium-rictus and medium-tar-sometatarsus) were more sensitively affected by the seasonal variation of plant community characteristics than the other bird groups. (4) At present, the management measures of Tianfu National Wetland Park Conservation and Management Center for all plant communities belong to non-differentiated disturbance. [Conclusion] The results show that the plant community characteristics of bird habitat in Tianfu National Wetland Park has significant effects on the community characteristics of wader, and the influencing mechanisms are different among different wader groups. The non-differentiated habitat management measures in the study area should be improved according to the vegetation community succession rules and the habitat requirements of the wader with different traits. It is suggested that the habitat management should accurately manage the characteristics of different plant communities according to the different habitat needs of different wader groups. it is also suggested to increase different types of habitat management measures.

**Keywords:** plant community characteristics; wader; birds group; bird habitat; habitat management; Tianfu National Wetland Park

(责任编辑: 彭南轩)