

文章编号: 1000-5862(2015)03-0257-06

鄱阳湖越冬水鸟共存机制的初步研究

蒋剑虹 陈 斌 邵明勤*

(江西师范大学生命科学学院 江西 南昌 330022)

摘要: 为从形态学阐述水鸟共存机制,对鄱阳湖越冬的常见水鸟(24种游禽和36种涉禽)的体质量、体长、嘴峰、跗蹠长进行统计分析。结果显示,游禽间体质量比值(1.22 ± 0.06)和嘴峰比值(1.22 ± 0.14)略高,体长比值(1.09 ± 0.03)和跗蹠长比值(1.07 ± 0.02)略低;涉禽间体质量比值(1.18 ± 0.03)略高,体长比值(1.07 ± 0.01)、嘴峰比值(1.09 ± 0.01)和跗蹠长比值(1.08 ± 0.2)略低。游禽和涉禽的各形态特征比值均在1.1~1.2左右,这说明鄱阳湖鸟类的共存主要依赖物种的生态习性的分化维持的。亲缘物种形态特征较为相似。灰鹤(*Grus grus*)与白枕鹤(*G. vipio*)、小白额雁(*Anser erythropus*)与灰雁(*A. anser*)、罗纹鸭(*Anas falcata*)与针尾鸭(*A. acuta*)、斑嘴鸭(*A. poecilorhyncha*)与赤颈鸭(*A. penelope*)等鸟类间形态相似性较高,黑翅长脚鹬(*Himantopus himantopus*)、反嘴鹬(*Recurvirostra avosetta*)、白琵鹭(*Platalea leucorodia*)、苍鹭(*Ardea cinerea*)等鸟类与其它水鸟差异较大。运用竞争排斥原理分析了水鸟形态分化与物种共存和数量多寡的关系。

关键词: 鄱阳湖; 共存机制; 生态位分化; 形态特征

中图分类号: Q 958 **文献标志码:** A **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2015.03.07

0 引言

物种稳定共存是维持多样性的基础,明确物种的共存机制对制定有效的生物多样性保护措施具有指导意义。因此,物种的共存机制一直是群落生态及保护生物学的重要研究内容^[1-2]。鄱阳湖越冬期共存有68种水鸟,其中不乏白鹤(*Grus leucogeranus*)、东方白鹳(*Ciconia boyciana*)等珍稀濒危物种^[3]。这些物种必将在栖息地、食性、生理、活动时间和体型等方面产生分化,以达到物种间的稳定共存^[4-6]。形态特征的分化是物种共存的重要方面,鸟类的喙长、跗蹠长、有无蹼等形态特征是动物长期进化的结果,是适应自身条件发展的最佳觅食策略的体现,也意味着它们在食物和栖息地选择上的分化。涉禽喙越长就能啄食匿藏较深的底栖动物,跗蹠较长的种类在浅水和草丛中出现频率较高,而跗蹠较短的种类在裸地出现的频率高^[7-8]。因此,形态分化是物种减少种间竞争,增加生态隔离,实现稳定共存的基础。对于生态位分化的研究常着眼于生境、食性、取食时

间、巢位等,对共存鸟类总体的形态分化少有全面、系统地整理和研究^[6-9]。本文旨在对鄱阳湖常见越冬水鸟形态特征进行比较,分析水鸟群落中不同物种的生态、形态差异,揭示它们实现资源分割的机制,进而探究形态学特征与物种共存的关系。

1 研究地区与方法

1.1 研究地区

鄱阳湖是我国最大的淡水湖泊,位于江西省北部长江中下游交接处南岸($28^{\circ}24' \sim 29^{\circ}46'N$, $115^{\circ}49' \sim 116^{\circ}46'E$)。鄱阳湖属典型的亚热带季风气候,年平均气温为 $17.6^{\circ}C$,年平均降水量为 $1450 \sim 1550\text{ mm}$,年日照时间 1885 h ^[11-12]。夏季盛行偏南风,冬季盛行偏北风,冬季水落滩出,形成了众多的浅水洼地和洲滩,湖区湿地面积为 2698 km^2 ,约占全湖正常水位总面积的82%^[13-14],每年吸引着约40~60万只候鸟来此越冬,是东亚迁徙水鸟极其重要的越冬场所,支持了许多珍稀濒危物种^[15]。

收稿日期: 2014-12-05

基金项目: 国家自然科学基金(31260517)资助项目。

通信作者: 邵明勤(1976-),男,江苏盐城人,副教授,主要从事鸟类生态研究。

1.2 研究方法

根据实地考察和文献统计了鄱阳湖常见越冬水鸟(24 种游禽和 36 种涉禽) 的体质量、体长、嘴峰、跗蹠长的平均值. 对物种间各形态特征指标进行降序排列, 计算各参数的比值(最大数据除以第 2 大数据, 以此类推). 对物种形态特征进行判别分析, 用体质量的 3 次方根对体长、翅长、尾长和跗蹠长等进行标准化($L' = L/BW^{1/3}$), 由于嘴峰长与鸟类食物的大小有关, 故未对其进行标准化^[16]. 所有数据在进一步分析前均进行对数转换($z' = \log z$, z : 体质量、嘴峰长和各相对长度指标), 以避免伴随多元分析出现的与比例相关指标问题^[16]. 文中数据表示为平均值 \pm 标准误($Mean \pm SE$), 统计学意义上显著性水平设置为 $\alpha = 0.05$, 所有统计分析借助 Excel 2007 和 SPSS 21.0 完成.

2 结果

2.1 形态特征分析

游禽的平均体质量为($2\,000.23 \pm 571.36$) g, 平均体长为(624.38 ± 61.14) mm, 平均嘴峰为(65.73 ± 15.18) mm, 平均跗蹠长为(54.19 ± 5.12) mm. 体质量比值为(1.22 ± 0.06) 和嘴峰比值为(1.22 ± 0.14) 略高, 体长比值为(1.09 ± 0.03) 和跗蹠长比值为(1.07 ± 0.02) 略低. 嘴峰比值离散较大, 结果见表 1.

涉禽平均体质量为($1\,020.92 \pm 272.08$) g, 平均体长为(495.59 ± 60.29) mm, 平均嘴峰为(73.19 ± 9.99) mm; 平均跗蹠长为(86.85 ± 12.58) mm. 体质量比值为(1.18 ± 0.03) 略高, 体长比值为(1.07 ± 0.01)、嘴峰比值为(1.09 ± 0.01) 和跗蹠长比值为(1.08 ± 0.2) 略低, 结果见表 2.

表 1 鄱阳湖越冬游禽的形态特征分布

物种	体质量 /g	体长 /mm	嘴峰 /mm	跗蹠长 /mm
小鸊鷉 <i>Tachybaptus ruficollis</i>	202.50	258.25	20.75	38.75
凤头鸊鷉 <i>Podiceps cristatus</i>	756.25	524.00	47.75	60.75
卷羽鹈鹕 <i>Pelecanus crispus</i>	13 000.00	1 700.00	406.00	135.00
普通鸬鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>	1 970.00	798.00	66.50	74.75
小天鹅 <i>Cygnus columbianus</i>	7 330.00	1 165.50	93.75	93.50
鸿雁 <i>Anser cygnoides</i>	3 337.50	850.25	89.50	83.50
豆雁 <i>Anser fabalis</i>	3 037.50	751.75	68.00	72.25
白额雁 <i>Anser albifrons</i>	2 762.50	700.00	49.75	66.75
小白额雁 <i>Anser erythropus</i>	1 595.00	580.00	38.50	61.00
灰雁 <i>Anser anser</i>	2 900.00	807.50	62.50	71.25
赤麻鸭 <i>Tadorna ferruginea</i>	1 328.50	594.00	43.50	56.25
赤颈鸭 <i>Anas penelope</i>	652.75	458.25	33.75	36.00
罗纹鸭 <i>Anas falcata</i>	653.00	461.25	42.25	36.75
花脸鸭 <i>Anas formosa</i>	446.25	408.50	37.15	32.00
绿翅鸭 <i>Anas crecca</i>	305.25	388.50	35.00	31.50
绿头鸭 <i>Anas platyrhynchos</i>	1 056.25	543.75	55.50	46.00
斑嘴鸭 <i>Anas poecilorhyncha</i>	1 102.50	570.50	53.00	43.75
针尾鸭 <i>Anas acuta</i>	728.75	567.50	50.00	38.00
琵嘴鸭 <i>Anas clypeata</i>	538.75	466.25	63.25	34.50
红头潜鸭 <i>Aythya ferina</i>	845.50	459.25	47.00	38.75
青头潜鸭 <i>Aythya baeri</i>	618.75	438.50	41.50	33.50
凤头潜鸭 <i>Aythya fuligula</i>	676.25	409.75	38.75	33.25
斑背潜鸭 <i>Aythya marila</i>	862.50	456.25	43.00	34.25
普通秋沙鸭 <i>Mergus merganser</i>	1 299.25	627.50	50.75	48.50
平均值($Mean \pm SE$)	$2\,000.23 \pm 571.36$	624.38 ± 61.14	65.73 ± 15.18	54.19 ± 5.12
比值($Mean \pm SE$)	1.22 ± 0.06	1.09 ± 0.03	1.22 ± 0.14	1.07 ± 0.02

表 2 鄱阳湖越冬涉禽的形态特征分布

物种	体质量 /g	体长 /mm	喙峰 /mm	跗蹠长 /mm
苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>	1 386. 75	888. 00	118. 25	148. 00
大白鹭 <i>Egretta alba</i>	897. 50	888. 25	103. 25	147. 50
夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i>	596. 25	525. 00	66. 50	70. 00
黑鹳 <i>Ciconia nigra</i>	2 516. 75	1 079. 50	184. 50	210. 75
东方白鹳 <i>Ciconia boyciana</i>	4 262. 50	1 197. 25	235. 75	253. 25
白琵鹭 <i>Platalea leucorodia</i>	2 048. 75	818. 00	213. 50	146. 50
白鹤 <i>Grus leucogeranus</i>	5 850. 00	1 350. 00	181. 00	253. 75
白枕鹤 <i>Grus vipio</i>	5 380. 00	1 293. 33	141. 00	249. 75
灰鹤 <i>Grus grus</i>	4 275. 00	1 065. 00	108. 25	231. 50
白头鹤 <i>Grus monacha</i>	3 822. 00	945. 00	97. 50	204. 50
黑水鸡 <i>Gallinula chloropus</i>	270. 25	290. 00	27. . 00	46. 25
白骨顶 <i>Fulica atra</i>	596. 25	581. 00	32. 50	62. 00
黑翅长脚鹬 <i>Himantopus himantopus</i>	175. 50	353. 75	64. 50	118. 75
反嘴鹬 <i>Recurvirostra avosetta</i>	325. 50	427. 75	84. 75	83. 00
凤头麦鸡 <i>Vanellus vanellus</i>	225. 00	315. 75	26. 00	50. 00
长嘴剑鸻 <i>Charadrius placidus</i>	68. 75	210. 75	20. 75	32. 00
金眶鸻 <i>Charadrius dubius</i>	36. 00	168. 00	12. 75	23. 75
环颈鸻 <i>Charadrius alexandrinus</i>	53. 50	186. 25	14. 53	26. 50
蒙古沙鸻 <i>Charadrius mongolus</i>	60. 00	188. 50	18. 00	32. 75
沙锥 <i>Gallinago gallinago</i>	126. 75	272. 50	65. 00	31. 50
黑尾塍鹬 <i>Limosa limosa</i>	271. 00	355. 75	91. 25	62. 50
斑尾塍鹬 <i>Limosa lapponica</i>	282. 50	356. 00	98. 50	50. 25
白腰杓鹬 <i>Numenius arquata</i>	789. 75	602. 00	153. 75	82. 75
鹤鹬 <i>Tringa erythropus</i>	153. 50	293. 00	55. 75	56. 75
红脚鹬 <i>Tringa totanus</i>	126. 00	270. 00	42. 50	47. 75
泽鹬 <i>Tringa stagnatilis</i>	83. 75	225. 75	40. 00	49. 00
青脚鹬 <i>Tringa nebularia</i>	210. 75	318. 75	54. 75	59. 75
白腰草鹬 <i>Tringa ochropus</i>	82. 75	234. 00	34. 50	35. 00
林鹬 <i>Tringa glareola</i>	64. 00	210. 00	28. 50	36. 50
矶鹬 <i>Tringa hypoleucos</i>	50. 25	189. 25	25. 00	24. 50
红腹滨鹬 <i>Calidris canutus</i>	114. 00	243. 50	33. 50	29. 50
红颈滨鹬 <i>Calidris ruficollis</i>	30. 00	156. 25	17. 50	19. 75
青脚滨鹬 <i>Calidris temminckii</i>	24. 25	147. 00	16. 75	17. 25
黑腹滨鹬 <i>Calidris alpina</i>	60. 25	195. 50	36. 00	24. 00
银鸥 <i>Larus argentatus</i>	1 157. 50	614. 50	55. 75	66. 50
红嘴鸥 <i>Larus ridibundus</i>	279. 75	386. 75	35. 50	42. 75
平均值(<i>Mean</i> ± <i>SE</i>)	1 020. 92 ± 272. 08	495. 60 ± 60. 29	73. 19 ± 9. 99	86. 85 ± 12. 58
比值(<i>Mean</i> ± <i>SE</i>)	1. 18 ± 0. 03	1. 07 ± 0. 01	1. 09 ± 0. 01	1. 08 ± 0. 02

2.2 判别分析

利用4种形态特征指标对60种水鸟进行判别分析,前2个判别函数的特征值均>1,累积贡献率达90.1%(见表3).判别分析共得出4个典型判别函数,函数1的体质量和跗蹠长负荷系数绝对值较大,这说明函数1主要反映物种的体质量和跗蹠长,函数2主要反映体质量、嘴峰和跗蹠长,函数3主要反映跗蹠长,函数4主要反映体长(见表4).由于函数3和函数4贡献率较小,本文主要考虑第1个和第2个判别函数.

表3 典型判别函数特征值

函数	特征值	方差 /%	累计 /%	正则相关性
1	17.921	68.4	68.4	0.973
2	5.665	21.6	90.1	0.922
3	2.010	7.7	97.8	0.817
4	0.586	2.2	100.0	0.608

表4 标准化的典型判别函数系数

形态特征	函数			
	1	2	3	4
体质量	-1.909	0.939	-0.646	-0.232
体长	-0.177	0.170	0.033	1.208
嘴峰	0.614	0.757	-0.443	-0.306
跗蹠长	1.543	-0.711	1.583	-0.430

注:函数中所有的变量都经过正态分布标准化.

判别分析显示,从科层面上看,除鹬科和鸥科外,其余科水鸟均有较好的形态分化,各科鸟类均有自己较为相似的形态特征.物种较多的鹬科散布较大,形态特征分化较好,可分为2大类:滨鹬属、矶鹬(*Actitis hypoleuco*)和沙锥(*Gallinago spp.*)为1类,其余鹬为1类;鸭科的雁属和鸭属有较明显的分化,雁属和鸭属内部有部分物种形态较为相似,分化程度不高.从物种层面上看,卷羽鹈鹕(*Pelecanus crispus*)与银鸥(*Larus argentatus*)、小白额雁(*Anser erythropus*)与灰雁(*A. anser*)、罗纹鸭(*Anas falcata*)与针尾鸭(*A. acuta*)、斑嘴鸭(*A. poecilorhyncha*)与赤颈鸭(*A. penelope*)、灰鹤(*Grus grus*)与白枕鹤(*G. vipio*)、青脚滨鹬(*Calidris temminckii*)与黑腹滨鹬(*C. alpina*)形态较为相似,其中灰鹤与白枕鹤最为相似.黑翅长脚鹬(*Himantopus himantopus*)、反嘴鹬(*Recurvirostra avosetta*)、白琵鹭(*Platalea leucorodia*)、苍鹭(*Ardea cinerea*)、白骨顶(*Fulica atra*)、小天鹅(*Cygnus columbianus*)和红腹滨鹬(*Calidris canutus*)等的形

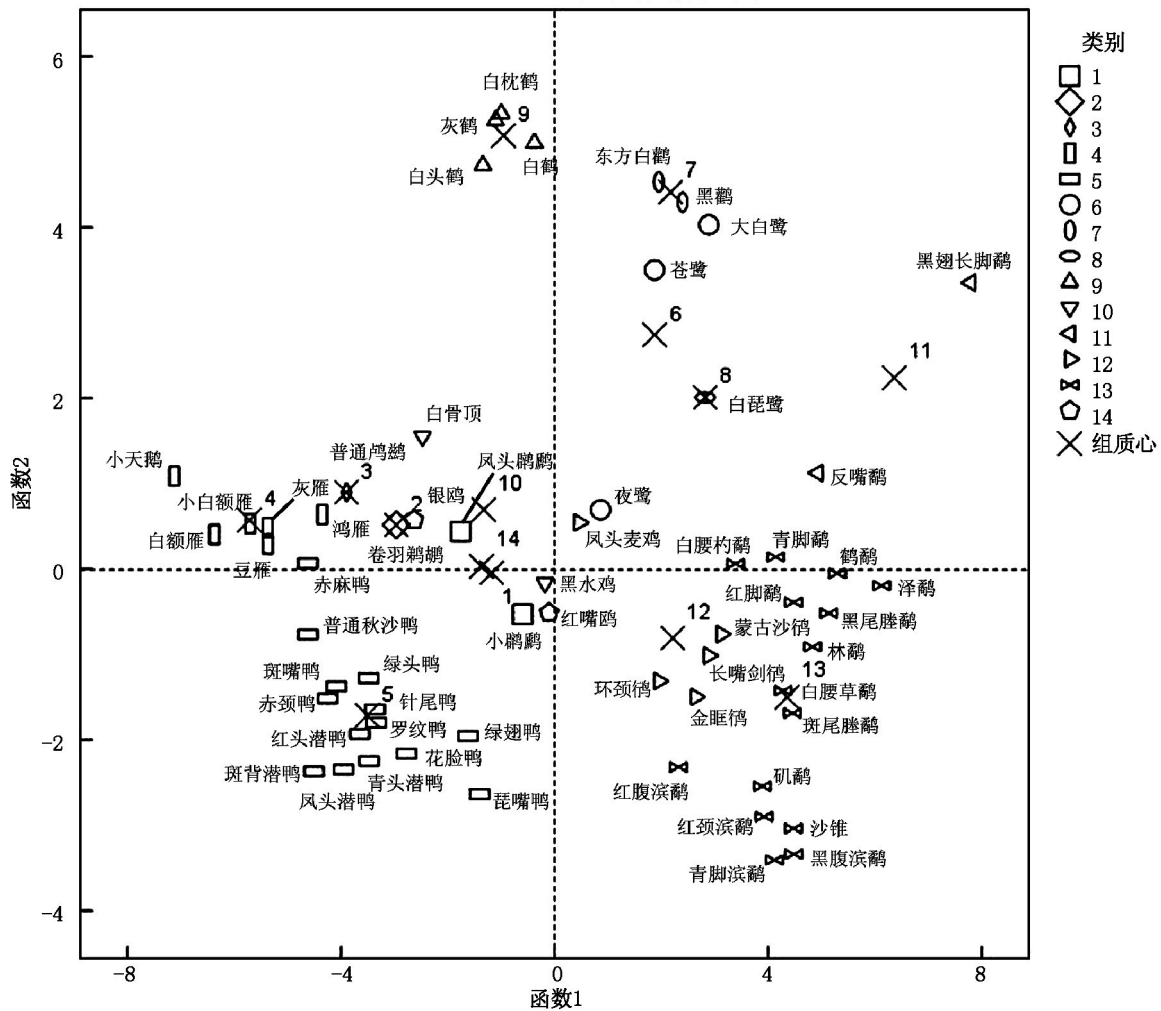
态学特征与其它水鸟差异较大(见图1).

3 讨论

物种需在栖息地、食性、生理、活动时间和体型等方面产生分化才能长期稳定地共存.若物种能够占据独特的生态位和减少种间竞争,它将更适应这样的生存环境而数量增多^[17].形态特征的重叠与分化也是物种共存的重要方面之一.本文研究结果表明,游禽和涉禽的各形态特征比值均在1.1~1.2左右,这说明鄱阳湖鸟类的形态特征比较接近,单纯靠形态分化难以解释鄱阳湖如此密集的鸟类共存,这些鸟类除在形态上产生分化外,应该还在生态习性(食性、栖息地选择、取食方式)上产生分化.

灰鹤与白枕鹤、灰雁与小白额雁形态特征极为相似,在取食方式、食性、生境利用等方面有很大的相似性和生态位重叠,种间竞争激烈.但灰鹤和白枕鹤越冬期在鄱阳湖的主要分布区和生境利用产生了分化,灰鹤主要集中在鄱阳县白沙洲自然保护区,白枕鹤主要集中在鄱阳湖国家级自然保护区^[17];灰鹤会利用稻田生境觅食,白枕鹤则更多地利用草洲生境^[18],这使得它们能够在鄱阳湖较稳定地共存.雁类在空间、食性等生态位上较为相似,种间竞争激烈,由于小白额雁体型在鄱阳湖共存的几种雁属中最小,在竞争上可能处于劣势^[19].近年来小白额雁的种群数量急剧下降和分布缩减,由于长江中下游区域湖泊水文情势变动、栖息地破碎化和散失等影响,竞争中处于劣势的物种自然会被竞争物种排挤,出现数量急剧减少的趋势^[19-20].

反嘴鹬、白琵鹭、苍鹭和小天鹅是鄱阳湖越冬期形态特征与其它鸟类差异较大的物种,同时它们也是鄱阳湖越冬期数量和分布较广的物种^[3-9],鄱阳湖分布有高密度的底栖软体动物和水生昆虫,是反嘴鹬和白琵鹭重要的食物来源^[21].反嘴鹬比白琵鹭体型更小,它们的跗蹠长一般较取食底栖动物的鹬类长,喙向上翘翻或扁平化使得其能够更高效地取食底层表面的食物,加之通常密集集群占领一片浅水区域,使得它们能够各自高效地独享一片资源丰富区域,因而有较大的种群数量.苍鹭和小天鹅一样具有比其它近缘或潜在竞争物种更大的体型,带来的收益是取食空间的泛化和较少的种间竞争,因此能够容纳更大的数量^[22-23].有些形态特征独特的物种如黑翅长脚鹬、红腹滨鹬可能由于活动习性等原因,在鄱阳湖的数量并不多.



1: 鸬鹚科; 2: 鸬鹚科; 3: 鸬鹚科; 4: 鸭科雁属; 5: 鸭科鸭属; 6: 鹭科; 7: 鸬鹚科; 8: 鸬鹚科; 9: 鸬鹚科; 10: 秧鸡科; 11: 反嘴鹬科; 12: 鸬鹚科; 13: 鸬鹚科; 14: 鸬鹚科.

图 1 鄱阳湖越冬水鸟形态生态位判别分析

鄱阳湖高密度地容纳了众多水鸟在此越冬,其中不乏珍稀濒危鸟类,应拓展生态位分化与共存研究的维度,尤其是濒危鸟类及其共存物种,从不同角度解释这些鸟类的共存及致危因子,为这些鸟类的保护提供科学依据.

4 参考文献

[1] Amarasekare P. Coexistence of competing parasitoids on a patchily distributed host: local vs. spatial mechanisms [J]. Ecology 2000 81(5): 1286-1296.

[2] Chave J. Neutral theory and community ecology [J]. Ecology Letters 2004 7(3): 241-253.

[3] Shao Mingqin, Jiang Jianhong, Guo Hong, et al. Abundance, distribution and diversity variations of wintering water birds in Poyang Lake, Jiangxi Province, China [J]. Pakistan J Zool 2014 46(2): 451-462.

[4] 孙儒泳. 动物生态学原理 [M]. 3 版. 北京: 北京师范大学出版社 2001: 1-636.

[5] 杨小农, 朱磊, 郝光, 等. 瓦屋山 2 种山雀的生态位分化和共存 [J]. 动物学杂志 2012 47(4): 11-18.

[6] 文祯中, 王庆林. 鹭科鸟类种间关系的研究 [J]. 生态学杂志 1998 17(1): 27-34.

[7] 周慧, 仲阳康, 赵平, 等. 崇明东滩冬季水鸟生态位分析 [J]. 动物学杂志 2005 40(1): 59-65.

[8] Zeffner A, Johansson L C, Marmebro. Functional correlation between habitat use and leg morphology in birds (Aves) [J]. Biological Journal of the Linnean Society 2003 79(3): 461-484.

[9] 章旭日. 鄱阳湖南矶山湿地国家级自然保护区冬季鸟类多样性及生态位分化研究 [D]. 南昌: 江西师范大学 2011.

[10] 周雪玲, 熊建秋, 简敏菲, 等. 乐安河-鄱阳湖湿地优势水生植物对重金属污染的富集作用 [J]. 江西师范大学学报: 自然科学版 2013 37(2): 210-215.

[11] 王晓龙, 徐力刚, 白丽, 等. 鄱阳湖典型湿地植物群落土壤酶活性 [J]. 生态学杂志 2011 30(4): 798-803.

- [12] 戴年华,邵明勤,蒋剑虹,等.江西共青城市鄱阳湖区域非繁殖期鸟类多样性初步研究[J].江西师范大学学报:自然科学版,2014,38(1):19-25.
- [13] 郭英荣.鄱阳湖湿地越冬候鸟群落特征与生态保护对策[D].南京:南京林业大学,2005.
- [14] Li Fengshan, Wu Jiandong, James H, et al. Number and distribution of cranes wintering at Poyang Lake, China during 2011-2012 [J]. Chinese Birds, 2012, 3(3): 180-190.
- [15] Ji Weitao, Zen Nanjing, Wang Yunbao, et al. Analysis of the waterbirds community survey of Poyang Lake in winter [J]. Annal GIS, 2007, 13(1/2): 51-64.
- [16] 刘力华,陈晓澄,褚晖,等.高寒草甸常见雀形目鸟类共存机制的生态形态学解释[J].动物学研究,2013,34(3):160-165.
- [17] 邵明勤,蒋剑虹,戴年华,等.鄱阳湖越冬灰鹤和白枕鹤的数量与集群特征[J].生态与农村环境学报,2014,30(4):464-469.
- [18] 蒋剑虹,戴年华,邵明勤,等.鄱阳湖区稻田生境中灰鹤越冬行为的时间分配与觅食行为[J].生态学报,2015,35(2):270-279.
- [19] 王鑫.食物对越冬小白额雁分布、能量与氮平衡以及行为的影响[D].合肥:中国科学技术大学,2013.
- [20] 冯多多.东洞庭湖小白额雁(*Anser erythropus*)越冬种群空间分布及其影响因子研究[D].北京:北京林业大学,2013.
- [21] 谢钦铭,李云,熊国根.鄱阳湖底栖动物生态研究及其底层鱼产力的估算[J].江西科学,1995,13(3):161-169.
- [22] 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.
- [23] Scott S N, Clegg S M, Blomberg S P, et al. Morphological shifts in island-dwelling birds: the roles of generalist foraging and niche expansion [J]. Evolution, 2003, 57(9): 2147-2156.

The Study on Coexistence Mechanism of Wintering Water Birds at Poyang Lake, Jiangxi Province, China

JIANG Jianhong, CHEN Bin, SHAO Mingqin*

(College of Life Science, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China)

Abstract: In order to explain the coexistence mechanism of common water birds at Poyang Lake from morphological perspective, the body weight, body length, culmen length and tarsus-metatarsus length of 24 waterfowls and 36 wading birds were analyzed. The result indicated that the ratio of body weight and culmen length of waterfowls were relatively high (1.22 ± 0.06 and 1.22 ± 0.14 , respectively) while the ratio of body length and tarsus-metatarsus length were relatively low (1.09 ± 0.03 and 1.07 ± 0.02 , respectively). For wading birds, the ratio of body weight was relatively high (1.18 ± 0.03) while the ratio of body length, culmen length and tarsus-metatarsus length were relatively low (1.07 ± 0.01 , 1.09 ± 0.01 and 1.08 ± 0.2 , respectively). The morphological ratio of common water birds were approximate to 1.1 ~ 1.2, which showed that these birds mainly depend on the separation of ecological habits to live together. The closely related species really had analogously physical features, such as Common crane *Grus grus* and White-naped crane *Grus vipio*, Lesser white-fronted goose *Anser erythropus* and Greylag goose *Anser anser*, Falcated duck *Anas falcata* and Northern pintail *Anas acuta*, Spot-billed duck *Anas poecilorhyncha* and Eurasian wigeon *Anas penelope*. But the similarity of Black-winged stilt *Himantopus himantopus*, Pied avocet *Recurvirostra avosetta*, Eurasian spoonbill *Platalea leucorodia* and Grey heron *Ardea cinerea* were relatively low compared to other birds. On the basis of competitive exclusion principle, the relationship among morphological differentiation, coexistence and their population size were analyzed.

Key words: Poyang Lake; coexistence mechanism; niche separation; morphological characteristic

(责任编辑: 刘显亮)