

天津地区迁徙水鸟群落的时间动态及种间相关性分析

张淑萍^{1,2}, 张正旺^{1,*}, 徐基良¹, 孙全辉¹, 刘冬平¹

(1. 北京师范大学生物多样性与生态工程教育部重点实验室, 生命科学院, 北京 100875;

2. 中央民族大学生命与环境科学学院, 北京 100081)

摘要:对天津地区迁徙水鸟群落的时间变化及迁徙物种间种群数量变化的相关性进行了研究。以每个调查日为聚类实体, 以每日调查记录到的每个物种的数量为变量, 采用聚类分析法分别对秋季和春季(1998~1999 年)的水鸟群落的时间结构进行了聚类分析, 得到以下结论: 秋季天津地区水鸟群落组成按时间顺序大致可以分为 4 个阶段, 分别为 9 月 20 日~10 月 11 日、10 月 16 日~10 月 25 日、11 月 3 日~11 月 20 日及 11 月 26 日~12 月 10 日; 春季也可分为 4 个阶段, 分别为 3 月 7 日~3 月 10 日、3 月 11 日~3 月 14 日、3 月 15 日~3 月 21 日及 3 月 25 日~4 月 21 日。秋季各种水鸟迁经天津的时间较为集中, 大部分种类在 11 月中、下旬的 20 多天内进入天津, 而春季水鸟群落则大致可分为 3 月的雁鸭类高峰期和 4 月的 鹬类高峰期。对 10 种鸭类和 10 种 鹬类进行种间种群数量随时间变化的相关性分析表明, 在 45 个鸭类配对中, 有 24 对呈负相关, 21 对则呈正相关; 在 21 种正相关的配对中, 12 对为显著正相关($P < 0.05$), 其中 6 对为极显著正相关($P < 0.001$)。在 45 对 鹬类配对中, 有 20 对呈负相关, 25 对呈正相关。在 25 对正相关的配对中, 有 10 对显著正相关, 其中 2 对呈极显著正相关。白秋沙鸭(*Mergus albellus*)、针尾鸭(*Anas acuta*)、绿翅鸭(*A. crecca*)、黑尾塍鹬(*Limosa limosa*)与其他多个物种的正相关性显著。

关键词:迁徙水鸟; 时间动态; 种间相关性; 天津

Seasonal changes and interspecific correlation among the migratory waterbird communities in Tianjin

ZHANG Shu-Ping^{1,2}, ZHANG Zheng-Wang^{1,*}, XU Ji-Liang¹, SUN Quan-Hui¹, LIU Dong-Ping¹

(1. Ministry of Education Key Laboratory for Biodiversity and Ecological Engineering, College of Life Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. College of Life and Environment Science, the Central University for Nationalities, Beijing 100081, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(4): 666~673.

Abstract: Tianjin, lying on the west shore of the Bohai Sea, is especially important as a stop-over site for waterbirds during south-north migration in China. It is important therefore to study the temporal structure of migratory waterbird communities in this area in order to understand the mechanism of waterbird's migration in the Asian Pacific Region. In addition, analyzing correlations among waterbird migration patterns, based on data from sampling key migration areas in Tianjin, will help determine interspecific relationships among migratory birds during their migration. Cluster analysis was used to study the temporal structure of waterbirds during fall migration of 1998 and spring migration of 1999. Observation-days were used as cluster entities (or sampling units), and daily numbers of individuals of each species were used as variables. Fall migration from waterbird communities in Tianjin was classified into four stages: 20th September~11th October, 16~25th October, 3~20th November, and 26th November-10th December; spring migration was also classified into four stages: 7~10th March, 11~14th March, 15~21th March, and 25th March~21th April. Each stage had new species immigrating and emigrating, and also dominant species. In spring, there were two migration peaks: geese and ducks in March and waders in April, while there were no such peaks in the fall when most waterbird species migrated to Tianjin within 20 days from mid- to late November.

基金项目: 英国石油公司资助项目; 国际鹤类基金会资助项目; 北京师范大学优秀创新群体基金

收稿日期: 2003-02-27; **修订日期:** 2003-08-10

作者简介: 张淑萍(1974~), 女, 博士生, 讲师, 主要从事鸟类生态学研究及教学工作。E-mail: springzsp@263.net

* **通讯作者** Author for correspondence, E-mail: zzw@bnu.edu.cn

Foundation item: Grants from the British Petroleum; Beijing Normal University, the International Crane Foundation

Received date: 2003-02-27; **Accepted date:** 2003-08-10

Biography: ZHANG Shu-Ping, Ph. D. candidate, Lecturer, mainly engaged in avian ecology. E-mail: springzsp@263.net

Regarding correlations in migration patterns among the waterbird species, we recorded species and numbers of ducks and waders at intervals (1 to 5 days) from March to April at Beidagang Reservoir, and tested the temporal correlation among species populations by pairing 10 species of ducks and 10 species of waders respectively. Twenty-four of the 45 pairs of ducks were negatively correlated, indicating population peaks of these paired species did not fall in the same time segment during the study period. The other 21 pairs were positively correlated, indicating these paired species populations had the same migration period. Among the 21 pairs, 12 pairs were significantly positively correlated ($P<0.05$), and 6 pairs were highly correlated ($P<0.001$). Of the 10 species of ducks, pairs Smew (*Mergus albellus*) with Common Pochard (*Aythya ferina*), Green-winged Teal (*Anas crecca*), Pintail (*A. acuta*), Spotbill Duck (*A. poecilorhyncha*), or Common Goldeneye (*Bucephala clangula*) were positively correlated; pairs between Wigeon (*Anas penelope*) and Falcated Teal (*A. falcata*) or Ruddy Shelduck (*Tadorna ferruginea*) and Shoveler (*Anas clypeata*) were significantly positively correlated. Among 45 pairs of the waders, 20 were negatively correlated, and the other 25 were positively correlated. Among the latter 25 pairs, 10 pairs were significantly correlated ($P<0.05$). Of the 10 pairs, only two pairs of the 10 were highly positively correlated; they were Black-winged Stilt (*Himantopus himantopus*), Black-tailed Godwit (*Limosa limosa*), and Kentish Plover (*Charadrius alexandrinus*), Large Sand Plover (*C. leschenaultii*). Among the 10 positively correlated pairs, Black-tailed Godwit and Black-winged Stilt, Little Ringed Plover (*Charadrius dubius*), Wood Sandpiper (*Tringa glareola*), or Fantail Snipe (*Gallinago gallinago*) were significantly correlated.

Key words: migratory waterbirds; seasonal changes; interspecific correlation; Tianjin

文章编号:1000-0933(2004)04-0666-08 中图分类号:Q143 文献标识码:A

鸟类的种间相互作用是群落生态学研究的重要问题之一。近 20a 来,有关种间相互作用的研究大多着重于竞争、捕食、寄生等种间的负相互作用^[1,2],其中对竞争的研究更为人们所关注^[3,4]。然而,最近一些学者发现,群落中各物种之间除竞争之外还存在着相互协作、相互吸引等正相互作用^[5~7]。迄今在鸟类的繁殖、取食、迁徙行为中均发现了这种相互作用,其功能在于使物种的繁殖成功率增加、御敌能力提高^[5~7]。目前,有关鸟类种间相互作用的研究主要是在繁殖地或越冬地开展的,而对迁徙途中的种间相互作用则知之甚少。

天津地处渤海湾西岸,是我国候鸟南北迁徙路线上的重要停歇地,每年都有大批候鸟迁经此地^[8]。近来对该地区的水鸟调查表明,在该地区记录到的 107 种水鸟中有 103 种是候鸟,占水鸟总数的 96.2%。其中许多物种是国家 I、II 级重点保护鸟类或是被列入“中日候鸟保护协定”和“中澳候鸟保护协定”的国际保护物种^[9]。因此,对该地区的鸟类进行长期监测,并将监测数据进行量化分析,可为亚太地区迁徙水鸟的研究及保护提供有价值的信息。

1998~1999 年在对天津地区候鸟的重要停歇地进行调查的基础上,利用定点连续观测数据对各种水鸟之间的迁徙节律进行了相关性分析,并进而研究了迁徙鸟类在迁徙途中的种间相互作用。

1 研究地区概况

天津地处华北平原的东北部,地理位置介于 116°42′~118°03′E,38°33′~40°15′N,东临渤海,北、西、南三面与河北省接壤,总面积 11660km²,其中平原面积为全市总面积的 95.4%。天津地区湿地资源十分丰富,内陆的湖泊、洼、淀主要分布于汉沽、塘沽、大港、宁河、武清、宝坻、静海、蓟县等地,规模较大的湖泊和水库有北大港水库、团泊洼水库、尔王庄水库、七里海水库、东丽湖、鸭淀水库、北塘水库等 16 处;大面积洼地有大黄堡、尔王庄、黄庄、西河、岳龙等。湿地主要植被是沼泽芦苇、大面积农田作物以及苔草、金鱼藻等沉水植物。

该地区属暖温带大陆性季风气候,四季分明。春季多风,干旱少雨;夏季炎热,雨季集中;秋季气爽宜人;冬季寒冷,干燥少雪。全市年平均气温在 11~12℃,1 月平均气温为 -4℃,7 月平均气温 26℃。无霜期一般为 188d。全年降水量 500~700mm,其中夏季占 76%左右。

2 研究方法

2.1 迁徙水鸟的季节变化

1998 年 9 月~1999 年 4 月对迁徙水鸟的季节变化进行连续观察和记录。以北大港水库、团泊洼水库、尔王庄水库、七里海水库为重点调查地点,东丽湖、鸭淀水库、北塘水库为补充调查点。各调查地点的位置分布见图 1,调查时间间隔一般为 5d 以内。每次调查均记录所见鸟类的种类和数量,具体调查方法见文献^[9]。

采用多元聚类分析对春季和秋季的迁徙水鸟的时间结构进行分析,将每个观测日作为一个聚类实体,每个物种在各调查点的总数量作为一个变量,计算每两个实体之间的欧氏距离。其公式为:

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_1^p (X_{ai} - X_{aj})^2}$$

式中, D_{ij} 为聚类实体间的欧氏距离, P 为观测到的物种数, X_{ai} 和 X_{aj} 分别为 a 物种在第 i 天和第 j 天记录到的绝对数量。根据实体之间的欧氏距离绘出树状聚类图, 进而对聚类结果进行分组, 得出水鸟群落的时间结构。相关数据的分析在 SPSS10.0 软件上进行。

2.2 种间相关性分析

由于北大港水库面积大, 物种多样性高, 是该地区一个十分重要的水鸟停歇地^[1]。因此, 选择北大港水库为固定观测点, 在 3~4 月内, 每隔 1~5d 沿水库的北堤步行或乘船调查 1 次, 记录鸭类和 鹈类的种类、数量、活动区域。将所见到的鸭类和 鹈类分别做两两配对物种数量相关性检验, 得到相关系数矩阵及显著性数值矩阵。根据两个矩阵的值及物种的活动区域、集群大小等指标判断迁徙季节内不同物种间的相互关联程度并分析相互作用。数据分析过程在 SPSS 10.0 软件上完成。

3 结果

3.1 季节变化

3.1.1 秋季迁徙水鸟的时间结构 野外观察发现, 在天津地区水鸟的秋季迁徙主要发生在 9 月下旬以后, 10 月和 11 月为迁徙的高峰期, 而迁徙活动一直持续到 12 月上旬。为此, 以 9 月 20 日到 12 月 10 日的 20 次调查记录为聚类实体, 以所见到的 34 种水鸟的数量为变量, 所得到的秋季聚类分析结果见图 2。由图 2 可见, 当 $D=6$ 时, 20 个聚类实体可被分为 4 组, 也就是说秋季的水鸟群落按时间顺序可以分为 4 个阶段, 第 1 阶段为 9 月 20 日~10 月 11 日, 即 9 月下旬到 10 月上旬; 第 2 阶段为从 10 月 16 日~10 月 25 日, 即 10 月中下旬; 第 3 阶段为从 11 月 3 日~11 月 20 日的 11 月上、中旬; 第 4 阶段为秋季向冬季的过渡期, 即 11 月 26 日~12 月 10 日。表 1 为秋季迁徙各阶段水鸟群落的迁入种、迁出种和优势物种。

3.1.2 春季迁徙水鸟的时间结构 据观察, 本地区春季水鸟的迁徙主要发生在 3~4 月份。以 3 月 7 日到 4 月 21 日的 23 次观测记录为聚类实体, 以记录到的 47 种水鸟为变量做聚类分析, 结果见图 3。由图 3 可以看出, 春季水鸟群落按时间顺序可在欧氏距离 $D=6$ 时分为 4 组, 表明春季水鸟群落组成按时间顺序大致可分为 4 个阶段, 即 3 月 7 日~3 月 10 日、3 月 11 日~3 月 14 日、3 月 15 日~3 月 21 日及 3 月 25 日~4 月 21 日。各阶段水鸟群落的迁入、迁出种及优势种见表 2。

3.2 迁徙水鸟种间相关性分析

对迁徙鸭类和 鹈类的物种数量变化进行了种间相关性检验, 所得数据矩阵见表 3 至表 6。表中的正相关系数表明两个物种的迁徙高峰基本同步, 而负相关则表示迁徙高峰不同步。

由表 3、表 4 可见, 在 45 种鸭类配对中, 有 24 对呈负相关, 表明配对两物种的数量变化趋势相反, 迁徙高峰期基本不在同一个时间段内; 其余 21 种配对则呈正相关, 表明配对两物种的迁徙期基本在同一个时间段内。在 21 种正相关的配对中, 呈显著正相关的 ($P<0.05$) 有 12 对, 其中 6 对为极显著的正相关 ($P<0.001$)。在 10 种鸭类中, 白秋沙鸭与红头潜鸭、绿翅鸭、针尾鸭、斑嘴鸭及鸬鹚¹ 为显著的显著的正相关; 而赤颈鸭、罗纹鸭、赤麻鸭 3 个物种则分别只与一个物种显著正相关; 赤颈鸭与罗纹鸭极显著正相关, 赤麻鸭则只与琵嘴鸭显著正相关。



图 1 各调查水库在天津地区的分布情况
Fig. 1 The locations of the study reservoirs in Tianjin

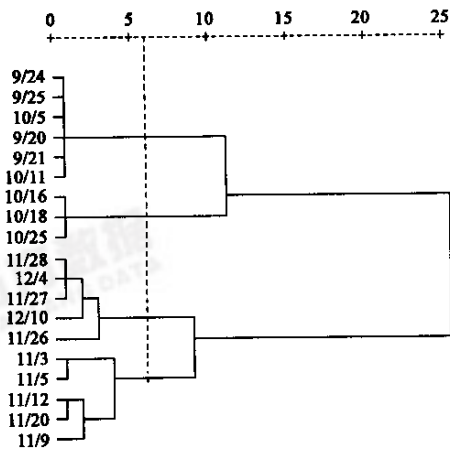


图 2 天津地区秋季迁徙水鸟时间结构聚类图
Fig. 2 The autumn temporal structure of the migratory waterbird in Tianjin

表 1 天津地区秋季迁徙各阶段水鸟群落的迁入种、迁出种及优势种
Table 1 The immigrant, emigrant and dominant species in the waterbird communities of Tianjin in different stages of autumn

聚类组 Groups	迁入种 Immigrant species	迁出种 Emigrant species	优势物种 * Dominant species
09-20~10-11	骨顶鸡 <i>Fulica atra</i>	黑翅长脚鹬 <i>Himantopus himantopus</i>	骨顶鸡 <i>Fulica atra</i>
	斑嘴鸭 <i>Anas poecilorhyncha</i>		斑嘴鸭 <i>Anas poecilorhyncha</i>
	绿头鸭 <i>Anas platyrhynchos</i>		银鸥 <i>Larus argentatus</i>
	银鸥 <i>Larus argentatus</i>		红嘴鸥 <i>Larus ridibundus</i>
	红嘴鸥 <i>Larus ridibundus</i>		凤头鸊鷉 <i>Podiceps cristatus</i>
	凤头鸊鷉 <i>Podiceps cristatus</i>		
	小白鹭 <i>Egretta garzetta</i>		
	蛎鹬 <i>Haematopus ostralegus</i>		
10-16~10-25	鹊鸭 <i>Bucephala clangula</i>	蛎鹬 <i>Haematopus ostralegus</i>	斑嘴鸭 <i>Anas poecilorhyncha</i>
	红脚鹬 <i>Tringa totanus</i>		绿头鸭 <i>Anas platyrhynchos</i>
	青脚鹬 <i>Tringa nebularia</i>		鹊鸭 <i>Bucephala clangula</i>
	红嘴巨鸥 <i>Hydroprogne caspia</i>		骨顶鸡 <i>Fulica atra</i>
	普通鸕鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>		红嘴鸥 <i>Larus ridibundus</i>
11-03~11-20	白秋沙鸭 <i>Mergus albellus</i>	普通鸕鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>	斑嘴鸭 <i>Anas poecilorhyncha</i>
	普通秋沙鸭 <i>Mergus merganser</i>	黑尾塍鹬 <i>Limosa limosa</i>	绿头鸭 <i>Anas platyrhynchos</i>
	白眼潜鸭 <i>Aythya nyroca</i>	骨顶鸡 <i>Fulica atra</i>	鹊鸭 <i>Bucephala clangula</i>
	凤头潜鸭 <i>Aythya fuligula</i>	草鹭 <i>Ardea purpurea</i>	红头潜鸭 <i>Aythya ferina</i>
	青头潜鸭 <i>Aythya baeri</i>		凤头潜鸭 <i>Aythya fuligula</i>
	红头潜鸭 <i>Aythya ferina</i>		红嘴鸥 <i>Larus ridibundus</i>
	翘鼻麻鸭 <i>Tadorna tadorna</i>		银鸥 <i>Larus argentatus</i>
	赤麻鸭 <i>Tadorna ferruginea</i>		反嘴鹬 <i>Recurvirostra avosetta</i>
	灰斑鸠 <i>Pluvialis squatarola</i>		
	鹧鸪 <i>Tringa erythropus</i>		
	反嘴鹬 <i>Recurvirostra avosetta</i>		
	黑尾鸥 <i>Larus crassirostris</i>		
11-26~12-10	豆雁 <i>Anser fabalis</i>	白眼潜鸭 <i>Aythya nyroca</i>	斑嘴鸭 <i>Anas poecilorhyncha</i>
	白额雁 <i>Anser albifrons</i>	青脚鹬 <i>Tringa nebularia</i>	绿头鸭 <i>Anas platyrhynchos</i>
	大天鹅 <i>Cygnus cygnus</i>	红脚鹬 <i>Tringa totanus</i>	红头潜鸭 <i>Aythya ferina</i>
	绿翅鸭 <i>Anas crecca</i>	鹧鸪 <i>Tringa erythropus</i>	鹊鸭 <i>Bucephala clangula</i>
	花脸鸭 <i>Anas formosa</i>	反嘴鹬 <i>Recurvirostra avosetta</i>	白秋沙鸭 <i>Mergus albellus</i>
	针尾鸭 <i>Anas acuta</i>	灰斑鸠 <i>Pluvialis squatarola</i>	赤麻鸭 <i>Tadorna ferruginea</i>
	大鸨 <i>Otis tarda</i>	须浮鸥 <i>Chlidonias hybrid</i>	针尾鸭 <i>Anas acuta</i>
	灰鹧 <i>Grus grus</i>	红嘴巨鸥 <i>Hydroprogne caspia</i>	豆雁 <i>Anser fabalis</i>
	丹顶鹤 <i>Grus japonensis</i>		红嘴鸥 <i>Larus ridibundus</i>
	东方白鹳 <i>Ciconia boyciana</i>		银鸥 <i>Larus argentatus</i>
	夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i>		

* 优势种定义为各调查点累计数量为 500 只以上的物种 The dominant specie is the specie that total number in all survey areas is more than 500 individuals

由表 5、表 6 可见,在 45 种鸕鹚类配对中,有 20 对呈负相关,25 对呈正相关。在 25 对正相关的配对中,有 10 对显著正相关 ($P<0.05$),其中仅两对极显著正相关,分别为黑翅长脚鹬与黑尾塍鹬以及环颈雉与铁嘴沙雉。在 10 种鸕鹚类中,黑尾塍鹬分别与黑翅长脚鹬、金眶鸬、林鸬、扇尾沙锥等 4 个物种显著正相关,而红脚鹬则与其它物种相关不显著。

表 2 天津地区春季迁徙各阶段水鸟群落的迁入种、迁出种及优势种

Table 2 The immigrant, emigrant and dominant species in the waterbird communities of Tianjin in different stages of spring

聚类组 Groups	迁入种 Immigrant species	迁出种 Emigrant species	优势物种 Dominant species
03-07~03-10	黑尾鸥 <i>Larus crassirostris</i> 骨顶鸡 <i>Fulica atra</i> 大天鹅 <i>Cygnus cygnus</i> 白秋沙鸭 <i>Mergus albellus</i> 针尾鸭 <i>Anas acuta</i> 鹊鸭 <i>Bucephala clangula</i> 绿翅鸭 <i>Anas crecca</i> 斑嘴鸭 <i>Anas poecilorhyncha</i> 凤头麦鸡 <i>Vanellus vanellu</i> 东方白鹳 <i>Ciconia boyciana</i>		银鸥 <i>Larus argentatus</i> 针尾鸭 <i>Anas acuta</i> 白秋沙鸭 <i>Mergus albellus</i> 绿翅鸭 <i>Anas crecca</i> 骨顶鸡 <i>Fulica atra</i> 凤头麦鸡 <i>Vanellus vanellus</i>
03-11~03-14	白眉鸭 <i>Anas querquedula</i> 长尾鸭 <i>Clangula hyemalis</i> 红头潜鸭 <i>Aythya ferina</i> 凤头潜鸭 <i>Aythya fuligula</i> 普通秋沙鸭 <i>Mergus merganser</i> 罗纹鸭 <i>Anas falcata</i> 红脚鹬 <i>Tringa totanus</i> 鹤鹬 <i>Tringa erythropus</i> 红嘴鸥 <i>Larus ridibundus</i>	黑尾鸥 <i>Larus crassirostris</i>	红头潜鸭 <i>Aythya ferina</i> 针尾鸭 <i>Anas acuta</i> 鹊鸭 <i>Bucephala clangula</i> 白秋沙鸭 <i>Mergus albellus</i> 绿翅鸭 <i>Anas crecca</i> 红嘴鸥 <i>Larus ridibundus</i>
03-15~03-21	疣鼻天鹅 <i>Cygnus olor</i> 白额雁 <i>Anser albifrons</i> 豆雁 <i>Anser fabalis</i> 绿头鸭 <i>Anas platyrhynchos</i> 琵嘴鸭 <i>Anas clypeata</i> 大白鹭 <i>Egretta alba</i> 凤头鹀 <i>Podiceps cristatus</i>	斑嘴鸭 <i>Anas poecilorhyncha</i> 白眉鸭 <i>Anas querquedula</i> 长尾鸭 <i>Clangula hyemalis</i> 鹤鹬 <i>Tringa erythropus</i> 大天鹅 <i>Cygnus cygnus</i>	针尾鸭 <i>Anas acuta</i> 红头潜鸭 <i>Aythya ferina</i> 绿翅鸭 <i>Anas crecca</i> 罗纹鸭 <i>Anas falcata</i> 白秋沙鸭 <i>Mergus albellus</i> 凤头麦鸡 <i>Vanellus vanellus</i>
03-25~04-21	普通鸕鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i> 小白鹭 <i>Egretta garzetta</i> 中白鹭 <i>Egretta intermedia</i> 草鹭 <i>Ardea purpurea</i> 紫背苇鸭 <i>Ixobrychus eurhythmus</i> 赤麻鸭 <i>Tadorna ferruginea</i> 赤颈鸭 <i>Anas penelope</i> 灰头麦鸡 <i>Vanellus cinereus</i> 矶鹬 <i>Actitis hypoleucos</i> 林鹬 <i>Tringa glareola</i> 金眶鸻 <i>Charadrius dubius</i> 黑翅长脚鹬 <i>Himantopus himantopus</i> 黑尾膝鹬 <i>Limosa limosa</i> 环颈鸻 <i>Charadrius alexandrinus</i> 铁嘴沙鸻 <i>Charadrius leschenaultii</i> 扇尾沙锥 <i>Gallinago gallinago</i> 普通燕鸥 <i>Glareola maldivarum</i> 普通燕鸥 <i>Sterna hirundo</i> 红嘴巨鸥 <i>Hydroprogne caspia</i> 须浮鸥 <i>Chlidonias hybrida</i>	银鸥 <i>Larus argentatus</i> 疣鼻天鹅 <i>Cygnus olor</i> 白额雁 <i>Anser albifrons</i> 豆雁 <i>Anser fabalis</i> 绿翅鸭 <i>Anas crecca</i> 绿头鸭 <i>Anas platyrhynchos</i> 针尾鸭 <i>Anas acuta</i> 琵嘴鸭 <i>Anas clypeata</i> 红头潜鸭 <i>Aythya ferina</i> 凤头潜鸭 <i>Aythya fuligula</i> 白秋沙鸭 <i>Mergus albellus</i> 普通秋沙鸭 <i>Mergus merganser</i> 红脚鹬 <i>Tringa totanus</i> 凤头麦鸡 <i>Vanellus vanellu</i> 灰鹤 <i>Grus grus</i> 东方白鹳 <i>Ciconia boyciana</i>	罗纹鸭 <i>Anas falcata</i> 赤颈鸭 <i>Anas penelope</i> 黑尾膝鹬 <i>Limosa limosa</i> 黑翅长脚鹬 <i>Himantopus himantopus</i> 林鹬 <i>Tringa glareola</i> 扇尾沙锥 <i>Gallinago gallinago</i>

* 同表 1 the same as table 1

表 3 迁徙季节 10 种鸭类数量变化的相关系数矩阵

	斑嘴鸭 Spotbill duck	赤颈鸭 Wigeon	赤麻鸭 Ruddy shelduck	红头潜鸭 Pochard	绿翅鸭 Green- winged teal	罗纹鸭 Falcated teal	琵嘴鸭 Shoveller	鹊鸭 Goldeneye	针尾鸭 Pintail
白秋沙鸭 Smew	0.481	−0.189	−0.152	0.524	0.671	−0.254	−0.014	0.431	0.729
斑嘴鸭 Spotbill duck		−0.148	−0.124	0.056	0.699	−0.385	−0.325	0.883	0.123
赤颈鸭 Wigeon			−0.047	−0.170	−0.162	0.659	−0.149	−0.121	−0.199
赤麻鸭 Ruddy shelduck				−0.156	−0.065	0.224	0.391	−0.052	−0.147
红头潜鸭 Pochard					0.141	−0.077	0.125	0.100	0.722
绿翅鸭 Green-winged teal						−0.299	−0.070	0.492	0.309
罗纹鸭 Falcated teal							0.097	−0.297	−0.199
琵嘴鸭 Shoveller								−0.224	0.401
鹊鸭 Goldeneye									0.124

表 4 迁徙季节 10 种鸭类数量变化相关性的显著性数值矩阵

	斑嘴鸭 Spotbill duck	赤颈鸭 Wigeon	赤麻鸭 Ruddy shelduck	红头潜鸭 Pochard	绿翅鸭 Green- winged teal	罗纹鸭 Falcated teal	琵嘴鸭 Shoveller	鹊鸭 Goldeneye	针尾鸭 Pintail
白秋沙鸭 Smew	0.013 *	0.353	0.456	0.006 *	0.000 * *	0.209	0.945	0.028 *	0.000 * *
斑嘴鸭 Spotbill duck		0.470	0.544	0.783	0.000 * *	0.052	0.105	0.000 * *	0.549
赤颈鸭 Wigeon			0.816	0.404	0.427	0.000 * *	0.465	0.553	0.329
赤麻鸭 Ruddy shelduck				0.446	0.750	0.270	0.048 *	0.798	0.472
红头潜鸭 Pochard					0.491	0.706	0.542	0.624	0.000 * *
绿翅鸭 Green-winged teal						0.137	0.734	0.011 *	0.124
罗纹鸭 Falcated teal							0.637	0.14	0.328
琵嘴鸭 Shoveller								0.271	0.042 *
鹊鸭 Goldeneye									0.546

* $p<0.05$ ** $p<0.001$

表 5 迁徙季节 10 种鸻类数量变化的相关系数矩阵

	红脚鸻 Redshank	环颈鸻 Kentish plover	灰头麦鸡 Grey- headed lapwing	黑尾塍鸻 Black- tailed godwit	金眶鸻 Little ringed plover	矶鸻 Common sandpiper	林鸻 Wood sandpiper	扇尾沙锥 Fantail snipe	铁嘴沙鸻 Large sand plover
黑翅长脚鸻 Black-winged stilt	0.361	−0.373	−0.103	0.753	0.219	−0.145	0.483	0.392	0.144
红脚鸻 Redshank		−0.312	−0.078	0.173	0.234	0.083	0.379	0.113	0.916
环颈鸻 Kentish plover			0.236	−0.387	−0.228	0.012	−0.391	−0.069	−0.145
灰头麦鸡 Grey-headed lapwing				−0.107	−0.063	0.512	−0.108	0.432	−0.040
黑尾塍鸻 Black-tailed godwit					0.543	−0.150	0.556	0.496	−0.104
金眶鸻 Little ringed plover						−0.088	0.220	0.175	0.100
矶鸻 Common sandpiper							−0.150	0.540	−0.056
林鸻 Wood sandpiper								0.155	0.123
扇尾沙锥 Fantail snipe									−0.132

4 讨论

研究表明,天津地区秋季水鸟群落种类组成变化幅度变化在迁徙的各阶段大小不一。其中 9 月 20 日~10 月 11 日这个阶段鸟类群落的相似性较高,变化不明显。这是由于秋初我国北方大部分地区气温下降不显著,没有形成促使候鸟南迁的气候因素,除有少数种类南迁进入天津外,本地区的水鸟群落结构基本延续着夏季的状态。11 月初,北方的气温骤然下降,促使大批候

鸟迅速南迁,因而 11 月 15 日~12 月 10 日为迁徙的高峰期,这一阶段不断有大批种类进入天津,同时又有一些种类迁离天津,形成了一种群落结构的动态平衡。这一阶段又可分为 11 月 3 日~11 月 20 日的小型鸭类、鸕鹚类的迁徙高峰和 11 月 26 日~12 月 10 日的大型水鸟(雁类、天鹅、东方白鹳、鹤类等)的迁徙高峰。

表 6 迁徙季节 10 种鸕鹚类数量变化相关性显著性数值矩阵

Table 6 The significant values of the correlation coefficients of ten species of plovers in migratory season

	红脚鸕 Redshank	环颈鸕 Kentish plover	灰头麦鸡 Grey- headed lapwing	黑尾塍鸕 Black- tailed godwit	金眶鸕 Little ringed plover	矶鸕 Common sandpiper	林鸕 Wood sandpiper	扇尾沙锥 Fantail snipe	铁嘴沙鸕 Large sand plover
黑翅长脚鸕 Black-winged stilt	0.070	0.060	0.616	0.000**	0.281	0.480	0.012*	0.047*	0.480
红脚鸕 Redshank		0.120	0.705	0.395	0.250	0.686	0.056	0.582	0.000**
环颈鸕 Kentish plover			0.245	0.050	0.261	0.952	0.048	0.735	0.479
灰头麦鸡 Grey-headed lapwing				0.602	0.759	0.007*	0.599	0.027*	0.846
黑尾塍鸕 Black-tailed godwit					0.004*	0.462	0.003*	0.010*	0.613
金眶鸕 Little ringed plover						0.666	0.280	0.390	0.625
矶鸕 Common sandpiper							0.462	0.004*	0.784
林鸕 Wood sandpiper								0.447	0.549
扇尾沙锥 Fantail snipe									0.518

* $p < 0.05$, ** $p < 0.001$

与秋季迁徙相比,天津地区春季水鸟的迁徙具有明显不同的特点。从 3 月初到 3 月末,水鸟群落的物种组成变化剧烈,各聚类实体间的相似性较小,物种更替速度很快,平均每 4~5d 就会有新的物种迁入、迁出。这一时期的优势物种为雁鸭类,而鸕鹚类很少特别是 3 月 11 日~3 月 14 日期间,大批鸭类迁入天津,成为各水域的优势物种。因此 3 月份是雁鸭类迁徙的高峰期。与此同时,一些大型水鸟迁入天津的高峰期也在 3 月份,尤其是 3 月上、中旬。这些物种包括东方白鹳、疣鼻天鹅、大天鹅以及灰鹤。从 3 月末到 4 月末,大多数的雁鸭类已迁走,只有罗纹鸭、赤颈鸭还有一定数量。这时,大批鸕鹚类开始迁入天津并逐渐取代雁鸭类成为该地区水鸟群落的优势种。因此,天津地区春季水鸟群落按时间顺序大致可分为 3 月份的雁鸭类高峰期和 4 月份的鸕鹚类高峰期。

将图 2 和图 3 进行对比可以看出,春季水鸟群落的结构变化非常剧烈,与之相比秋季的变化则较小,平均 10~15d 为一个阶段。与春季雁鸭类与鸕鹚类迁徙高峰相比,秋季各种水鸟迁经天津的时间较为集中,大部分种类是在 11 月中旬到 11 月下旬的 20 多天内进入天津的。鸕鹚类迁徙不像春季那样明显晚于雁鸭类,而是与雁鸭类的高峰期相重叠,但早于雁鸭类迁走,停歇

时间也较短。迁徙的这种季节差异是由以下几个因素引起的:(1)春季多数候鸟为尽早到达繁殖地,在途中逗留的时间就要缩短,但由于各种候鸟的繁殖期不尽相同,所以就出现春季群落变化较为激烈的现象;(2)繁殖期后,气温骤然下降是促使候鸟大量南迁的原因,且在迁徙途中逗留的时间也较长,因此秋季各种候鸟的迁徙期较为集中;(3)鸕鹚类的食性较为特化^[10],泥滩结冰不利于它们取食,而天津地区在 11 月底至 12 月初开始结冰,到翌年的 3 月底解冻,所以鸕鹚类春季迁来较晚,秋季则较早南迁。

春季对北大港水库的定点监测表明,在 10 种鸭类中,赤颈鸭、罗纹鸭及赤麻鸭的迁徙高峰期晚于以白秋沙鸭、针尾鸭为代表的其它鸭类的迁徙高峰期,为两个不同阶段的特征鸭类。在鸭类迁徙的第一阶段中,白秋沙鸭、针尾鸭、绿翅鸭于春季最早进入水库,并且是集成大群停歇在水库内较为开阔的水面上。针尾鸭的集群数量最多时可达 5000 只左右。在它们进入水库后不久,红头潜鸭、斑嘴鸭、琵嘴鸭、鹊鸭、普通秋沙鸭、长尾鸭、白眉鸭、凤头潜鸭等种类几乎在 3 月 9~10 日大量地进入北大港水

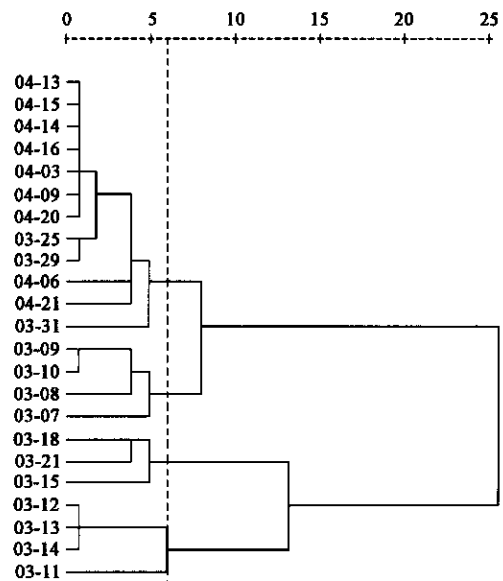


图 3 天津地区春季迁徙水鸟时间结构聚类图

Fig. 3 The spring temporal structure of the migratory waterbirds in Tianjin

库。这 3 个物种与其他物种的相关性较为明显。白秋沙鸭与 5 个物种显著正相关,绿翅鸭、针尾鸭也分别与 3 个物种显著正相关。在 10 种 鹬类中,黑尾塍鹬表现出了与多个其它物种迁徙节律的显著正相关。这种物种间迁徙节律的显著相关性除了与物种自身的迁徙节律有关外,还应与候鸟间的相互吸引有关。在即将进入繁殖季的春季迁徙中,候鸟必须在迁徙途中找到高质量的停歇地,通过取食摄取营养物质,以迎接繁殖季节中的高能量消耗。所以,在迁徙途中对栖息地的选择对候鸟的生存是非常重要的^[6]。从 10 种鸭类、10 种 鹬类的相关性分析来看,种间的相互吸引应是鸟类共同利用良好生境的结果。大群的白秋沙鸭、绿翅鸭、针尾鸭停歇在水面上,很可能会使许多过路的物种认为这块停歇地质量较好,从而也选择在这里停歇。这样,白秋沙鸭等就成为其它种类在迁徙途中选择停歇地的重要参照物种。在这些显著正相关的物种之间,有许多是生态位相近的物种,如白秋沙鸭和鹊鸭、绿翅鸭和斑嘴鸭、针尾鸭和红头潜鸭等^[11]。因此,这种迁徙途中同一停歇地内种间迁徙节律的同步性不仅仅是一种偶然相遇,而是一种由内源迁徙节律与外界环境因素共同作用的结果。在水鸟迁徙过程中,物种间的相互吸引对停歇地的群落形成具有重要的作用,同时也会影响群落的动态。对北大港、尔王庄、七里海等几个大中型水库的调查发现,这些水库除了大量的野生鱼类及养殖鱼类外,还生长着大面积的水生植物,食物资源较适合水鸟栖息。然而,多次调查的记录都表明,七里海水库的水域中仅能见到少数的鸭类和鸥类,而与其面积相似且相隔不远的尔王庄水库在迁徙季节内则可见到鸭类密布于湖面的景象。因此,这种数量分布的不均匀性,也从一个侧面说明了物种对迁徙途中停歇地的选择,而物种间的相互吸引很可能是一个影响选择结果的重要因素。

References :

[1] Connell J H. Some mechanisms producing structure in natural communities; a model and evidence from field experiments. In: Connell J H ed. *Ecology and evolution of communities*. Cambridge: Harvard University Press,1975. 460~490.

[2] Den Boer P J. The present status of the competitive exclusion principle. *Trends of Ecology and Evolution*, 1986, **1**(1):25~28.

[3] Simberloff D. Competition theory: hypothesis testing and other community-ecology Buzz-words. *American Nature*, 1983,(122):620~635.

[4] Elmberg J, Poysa H, Sjoberg K, *et al.* Interspecific interactions and co-existence in dabbling ducks: Observations and experiment. *Oecologia*, 1997, (111):129~136.

[5] Monkkonen M, Helle P, Soppela K. Numerical and behavioural responses of migrant passerines to experimental manipulation of resident tits (*Parus spp*):heterospecific attraction in northern breeding bird communities? *Oecologia*, 1990, (85):218~225.

[6] Monkkonen M, Helle P, Niemi G J. Heterospecific attrction affects community structure and migrant abundances in northern breeding bird communities. *Can. J. Zool.*, 1997, **75**(12):2077~2083.

[7] Reed J M, Dobson A P. Behavioural constraints and conservation biology: conspecific attaction and recruitment. *Trends of Ecol. and Evol.*, 1993,**8** (8):253~256.

[8] Zhang Z W, Song J, *et al.* The priliminary research of the spring bird resource in Tuanbowa nature reserve of Tianjin. In: Wetland international- China program eds. *The wetland and waterbird conservation in China*. Beijing: Chinese Forest Press, 1998. 174~177.

[9] Zhang S P, Zhang Z W, *et al.* The analysis of waterbird diversity in Tianjin. *Biodiversity Science*, 2002, **10**(3):280~285.

[10] Zheng G M. *Ornithology*. Beijing:Beijing Normal University Press,1996. 415.

[11] Zhao Z J. *A handbook of the Birds in China* (Nonpasserrines). Changchun :Jilin Science Press, 1995. 151~232.

参考文献:

[8] 张正旺, 宋杰, 等. 天津团泊鸟类自然保护区春季鸟类资源的初步调查. 见:湿地国际中国项目办事处主编. 中国湿地与水禽保护. 北京:中国林业出版社,1998. 174~177.

[9] 张淑萍, 张正旺, 等. 天津地区水鸟区系组成及多样性分析. 生物多样性, 2002, **10**(3):280~285.

[10] 郑光美. 鸟类学. 北京:北京师范大学出版社, 1996. 415.

[11] 赵正阶. 中国鸟类手册(非雀形目). 长春: 吉林科学出版社,1995. 151~232.