

辽宁双台河口黑嘴鸥的迁徙模式与种群生存率

江红星^{1,2}, 侯韵秋¹, 李玉祥³, Masayoshi TAKEISHI⁴, Kiyoaki OZAKI⁵,
杨玉成³, 郑光美^{2,*}

(1. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所 国家林业局森林保护学重点实验室, 北京 100091;

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

3. 辽宁双台河口国家级自然保护区, 辽宁 盘锦市 124010;

4. 九州市自然历史博物馆 日本福冈县北九州市八幡区西本町 3-6-1, 北九州市 8050061;

5. 鸟类迁徙研究中心 日本山阶鸟类研究所 日本千叶县我孙子市高野山 115, 我孙子市 2701145)

摘要:1996—2008 年 6 月份, 对辽宁双台河口国家级自然保护区黑嘴鸥使用特定编码的彩色旗标, 共标记 2820 只。其中成鸟 31 只, 幼鸟 2789 只。根据 23 个越冬地点 2729 条彩色旗标的重见记录, 推测辽宁双台河口黑嘴鸥的迁徙路线主要有两条: 一条向东迁徙至韩国西南沿海及日本西部沿海越冬; 另一条向南迁徙至我国天津以南的东部沿海, 包括台湾西部沿海越冬。依据 1996—2007 年双台河口标记的黑嘴鸥幼鸟当年在日本西部沿海重见记录, 计算 12a 间其相对生存率为 $(7.77 \pm 4.00)\%$ ($1.67\% - 14.89\%$)。其中 1997、2001、2004、2006 和 2007 年的相对生存率均低于平均水平, 特别是 2006 年达到 12 年来的最低值 (1.67%)。采用 MARK 软件中的 Cormack-Jolly-Seber (CJS) 模型, 估计黑嘴鸥亚成体和成体的年生存率分别为 0.613 ± 0.058 和 0.746 ± 0.042 , 重见率分别为 0.897 ± 0.04 和 0.799 ± 0.053 。亚成体较成体的重见率高, 可能与亚成体到达越冬地相对比较集群有关。同时建议开展更多的彩色旗标观察活动, 便于进一步了解同一越冬地中不同年龄段黑嘴鸥的移动规律。

关键词:黑嘴鸥 (*Larus saundersi*); 彩色标记; 迁徙规律; 种群生存率; 辽宁双台河口

Using marked individuals to explore migration pattern and estimate survival rates of Saunders's Gull at Shuangtaihekou National Nature Reserve, China

JIANG Hongxing^{1,2}, HOU Yunqiu¹, LI Yuxiang³, Masayoshi TAKEISHI⁴, Kiyoaki OZAKI⁵, YANG Yucheng³, ZHENG Guangmei^{2,*}

1 Key Laboratory of Forest Protection of State Forestry Administration, Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

2 Key Laboratory for Biodiversity Science and Ecological Engineering of Ministry of Education; College of Life Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

3 Shuangtaihekou National Nature Reserve, Panjin, Liaoning Province, 124010, China

4 Kitakyushu Museum and Institute of Natural History, 3-6-1, Nishihonmachi, Yahatahigashiku, Kitakyushu, 8050061, Japan

5 Bird Migration Research Center, Yamashina Institute for Ornithology, Konoyama, Abiko, Chiba, 2701145, Japan

Abstract: A total of 2820 Saunders's Gulls *Larus saundersi*, including 31 adults and 2789 fledglings, were marked with individually coded flags at Shuangtaihekou National Nature Reserve in June each year from 1996 to 2008. Based on 2729 resighting records in 23 wintering sites, two migration routes of Saunders's Gulls breeding at Shuangtaihekou were suggested: migrate eastwards to winter in the southwestern coast of South Korea and the western coast of Japan; and migrate southwards to winter along the coast from Tianjin to eastern seas of China, including western coast of Taiwan. The overall annual chick survival rate of $(7.77 \pm 4.00)\%$ were estimated from 1996—2007, ranging from $1.67\% - 14.89\%$. During

基金项目:国家林业局保护司黑嘴鸥专项保护经费资助

收稿日期:2009-09-05; 修订日期:2010-01-20

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhenggm@bnu.edu.cn

the study period, relative survival rates in 1997, 2001, 2004, 2006 and 2007 were lower than the average, with the lowest of 1.67% in 2006. Using the Cormack-Jolly-Seber (CSJ) model of the software MARK, average annual survival rates of 0.613 ± 0.058 and 0.746 ± 0.042 and average annual resighting rates of 0.897 ± 0.04 and 0.799 ± 0.053 were estimated, respectively, for sub-adults and adults. Higher resighting rate of sub-adults over adults possibly was because the sub-adults intended to form large flocks during the wintering. We recommend the resighting effort be made as much as possible in the future, so to understand the winter movement among the gulls at different ages.

Key Words: Saunders's Gull (*Larus saundersi*); color-marking; migration pattern; population survival; Shuangtaihekou of Liaoning

彩色标记可以识别野外鸟类个体^[1]。该方法主要是利用涉禽迁徙集群、易于观察的特点,不需通过环志鸟的再次捕捉或发现死鸟的报告来获得回收信息。实践证明,彩色标记重见率较常规的金属环环志的回收率高出 10 倍,是目前普遍认为比较成功的方法^[2]。从 1990 年开始,澳大利亚的鸟类研究人员使用彩色标记研究涉禽的迁徙规律及其生命史^[3]。

涉禽的寿命多超过 10a,一些大型种类甚至 30a 以上。生存率高是原因之一(成体的生存率达到 70%—90%),此外它们对环境变化非常敏感^[4-6]。生存率监测需要掌握每个个体的生命状况,需要对种群中的个体取样并进行标记才能获取相关数据。

近 20 多年来,有关种群生存率估计的软件迅速发展,如 SURVIVE^[7]、SURGE^[8]、RELEASE^[9] 和 MARK^[10]。MARK 系统远远超过了前 3 个系统的功能,其利用模型选择的最新理论,采取相合线性模型方法提高模型精度,具有操作简便、兼容性强等优点,得到了广泛应用^[11-12]。

黑嘴鸥(*Larus saundersi*)是依赖碱蓬群落营巢的鸥类之一^[13]。由于缺少信息和数据,中国政府未将其列入国家重点保护野生动物名录,仅在中国鸟类红皮书中将其定为易危种^[14]。辽宁双台河口国家级自然保护区是黑嘴鸥繁殖的最北界,也是拥有最大繁殖种群数量的繁殖地^[15]。尽管中日政府自 1996 年开始,对辽宁双台河口黑嘴鸥联合开展 12a 的环志与彩色标记工作,至今未见有关辽宁双台河口黑嘴鸥迁徙规律和种群生存率方面的详细报道。

本文根据 1996—2008 年辽宁双台河口国家级自然保护区黑嘴鸥彩色标记和重见信息,探讨其地方种群的迁徙模式,分析辽宁双台河口黑嘴鸥幼鸟相对生存率;采用 MARK 软件估计了辽宁双台河口黑嘴鸥亚成体和成体的年生存率,并提出今后开展黑嘴鸥彩色标记和重见活动的建议。

1 研究方法

1.1 捕捉与标记方法

为便于野外个体识别,在黑嘴鸥右腿跗跖部佩戴金属环的同时,左腿胫部还佩戴标有特定数字与字母组合的彩色旗标。制作材料采用国际通用的英国生产的 Darvic 塑料板^[16-17],由日本山阶鸟类研究所提供。其中,繁殖地辽宁双台河口旗标为红底白字,越冬地日本西部沿海旗标为橙底黑字。实践证明该彩色旗标足够保证至少 17a 的研究时间^[17]。为保证辽宁双台河口黑嘴鸥的彩色旗标组合不重复,2003—2008 年在其左腿胫部佩戴特定编码彩色旗标的同时,在其右腿的胫部或左腿跗跖部再佩戴粉红色、白色、红色或任意两者组合的彩环。

繁殖期和越冬期黑嘴鸥成鸟分别采用“钓鱼法”和“抛射网”进行捕捉。其幼鸟在其巢区尚不能飞行前进行捕捉。彩色旗标的重见信息主要由鸟类环志人员、鸟类研究人员、观鸟者以及志愿者等,利用 20—60 倍单筒望远镜,在良好的天气状况下,一定距离内读取彩色旗标的颜色和编码,并将重见地点经纬度等信息一并反馈到中国、日本和韩国鸟类环志中心或相关机构,最后汇总于中国全国鸟类环志中心,并录入中国全国鸟类环志信息管理系统。

1.2 生存率分析方法

鉴于黑嘴鸥为 2a 性成熟^[18], 本文将当年至次年越冬期间的彩色标记黑嘴鸥幼鸟定为黑嘴鸥亚成体生命期; 3a 以上定为黑嘴鸥成体生命期。根据 1996 年在日本福岡县北九州曾根滩涂彩色标记 20 只黑嘴鸥亚成体的重见记录(数据由日本北九州自然历史博物馆提供)(图 1), 假定辽宁双台河口繁殖的黑嘴鸥, 只要第 1 年在日本沿海滩涂越冬, 随后每年均迁来日本越冬。故此, 应用 MARK 系统的 Cormack-Jolly-Seber (CJS) 模型计算黑嘴鸥亚成体的生存率时, 将不同年份观察到的某一年份黑嘴鸥个体总数视为模型的初始标记数量; 而在计算其成体生存率时, 将标记后第 2 年再观察到的黑嘴鸥个体总数视为模型的初始标记数量。

CSJ 模型需要对每个彩色标记重见个体编辑生命记录。本研究黑嘴鸥重见的记录由一系列的“0”和“1”组成。“0”代表特定年份无重见记录, “1”代表特定年份有重见的记录。如“1101100000”表示该黑嘴鸥于 1996 和 1997 年观察到, 1998 年未观察到, 1999 和 2000 年又被观察到, 2001—2005 年均没有观察到。

基于上述彩色标记黑嘴鸥个体的重见记录, 建立了黑嘴鸥生存率(ϕ)和重见率(p)随年度变化或不发生变化(常数)的 CSJ 模型。CSJ 模型考虑了研究时间段内, 物种连续时间间隔(以 1a 为时间单位)内生存率之间的差异性^[19]。如生存率和重见率随时间而发生变化, 分别表示为 $\phi(t)$ 和 $p(t)$; 如不随时间而发生变化, 分别表示为 $\phi(\cdot)$ 和 $p(\cdot)$ 。模型的适合度(Goodness of fit, GOF)通过 100 次自举抽样法计算得出的 $\hat{C}$ 进行纠正^[20]。

在 CSJ 模型中, 适合度通常用 Akaike 信息准则(Akaike Information Criterion, AIC)的大小来反映模型的简约性。AIC 值越小, 模型简约性就越好。相反, 模型中参数越多, 其拟合度越好; 但模型的复杂度会随之上升, 每个参数估计的精度将随之下降。模型之间的差异性可以通过似然率检验(likelihood ratio test, LRT)或者 AIC 的权重进行对比。本研究中采用 AIC 的权重大小来选择最适模型。通常情况下, AIC 权重越大其模型的拟合度越好。

2 研究结果

2.1 彩色标记黑嘴鸥的数量

1996—2008 年, 辽宁双台河口国家级自然保护区共彩色标记黑嘴鸥 2820 只, 其中成鸟 31 只, 幼鸟 2789 只。不同年份标记的数量见表 1。

2.2 黑嘴鸥的迁徙模式

根据 23 个越冬地, 2729 条辽宁双台河口标记黑嘴鸥彩色旗标的重见记录, 推测辽宁双台河口繁殖的黑嘴鸥主要有两条迁徙路线, 一条向东迁徙至韩国西南沿海及日本西部沿海越冬; 另一条向南迁徙至我国天津以南的东部沿海, 包括台湾西部沿海越冬(图 2, 国家测绘局地图审核批准书审图号: GS(2009)1908 号)。

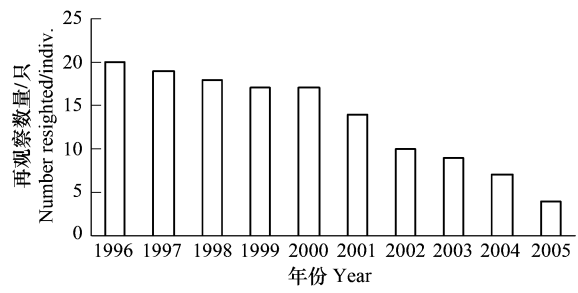


图 1 1996 年日本福岡县北九州曾根滩涂彩色标记 20 只黑嘴鸥亚成体的重见记录

Fig. 1 Resighting data of 20 sub-adult Saunders's gulls marked in the wintering period of 1996 in the mudflat of Kitakyushu City of Fukuoka Prefecture

表 1 1996—2008 年辽宁双台河口国家级自然保护区彩色标记的黑嘴鸥数量

Table 1 Number of Saunders's Gull color-marked in Shuangtaihekou National Nature Reserve from 1996—2008

年份 Year	彩色标记 Number color-marked		小计 Subtotal
	幼体数/只 No. of chicks	成体数/只 No. of adults	
1996	94	1	95
1997	116	11	127
1998	78	4	82
1999	176	2	178
2000	188	13	201
2001	138	0	138
2002	206	0	206
2003	198	0	198
2004	200	0	200
2005	200	0	200
2006	359	0	359
2007	399	0	399
2008	437	0	437

2.3 黑嘴鸥幼鸟的相对生存率

鉴于 1996—2007 年,在辽宁双台河口国家级自然保护区捕捉黑嘴鸥幼鸟的时间、地点和方法以及在日本越冬地调查彩色标记黑嘴鸥的时间和地点基本一样,每年在日本越冬地观察到当年标记的黑嘴鸥幼鸟的数量占当年在双台河口标记幼鸟总数的比率,能够反映每年幼鸟从佩戴彩色旗标后到越冬地这一段时期内的相对生存率。

1996—2007 年,该比例的平均值为 $(7.77 \pm 4.00)\%$ ($1.67\%—14.89\%$)。其中 1997、2001、2004、2006 和 2007 年的比率均低于平均水平,特别是 2006 年达到 12a 来的最低值(1.67%) (图 3)。

12a 共彩色标记黑嘴鸥幼鸟 2352 只,平均年环志放飞量为 196 只。2006 和 2007 年环志放飞的幼鸟数分别为 359 和 399 只,是每年平均放飞量的 1.83 和 2.04 倍。然而两年在日本越冬地仅观察到 6 和 19 只 (1.67% 和 4.76%)。可以推测,2006 和 2007 年,双台河口的幼鸟获得飞翔能力前后,直至其迁飞到日本越冬前,种群的生存率明显下降。

2.4 黑嘴鸥亚成体的生存率

1996—2005 年辽宁双台河口自然保护区彩色标记的黑嘴鸥幼鸟在日本越冬重见记录见表 2。10a 来,共 146 只标记的黑嘴鸥幼鸟在日本 19 个府、县的 49 个河口或滩涂观察到,主要集中在有明海北部沿岸、八代海北部沿岸、以及周防滩沿岸,少数在濑户内海沿岸至伊势湾、三河湾和东京湾一带。

本研究所界定的黑嘴鸥亚成体的生命期仅为 1a 时间(即第 1 年越冬期至第 2 年越冬期),在 MARK 程序中的 CSJ 模型中,确定 $\phi(\cdot)p(\cdot)$ 为其最适模型。通过计算,得出黑嘴鸥亚成体的生存率和重见率均为常数,不随年度而发生变化,分别为 0.613 ± 0.058 和 0.897 ± 0.040 (表 2)。

2.5 黑嘴鸥成体的生存率

黑嘴鸥成体 4 种生存率与重见率 CSJ 模型分析结果见表 4。根据 AIC 权重指数的大小,确定黑嘴鸥成体年生存率的最佳模型为 $\phi(\cdot)p(\cdot)$,即生存率和重见率均为常数,不随时间而发生变化,分别为 0.746 ± 0.042 和 0.799 ± 0.053 (表 5)。

3 讨论

从黑嘴鸥彩色旗标重见信息来看,辽宁繁殖种群具有两条重要的迁徙路线,说明其可迁飞到其它 3 个地方繁殖种群的越冬地越冬,而韩国和山东种群仅迁飞到日本西部沿海越冬,江苏种群仅迁飞到我国东部沿海(包括台湾西部沿海)越冬^[21]。结合前期分子研究结果^[21],进一步验证了辽宁种群在黑嘴鸥种群间交流中充当着十分重要的桥梁和媒介作用。

近年来,辽宁双台河口黑嘴鸥幼鸟至迁飞前的生存率呈现下降趋势,黑嘴鸥繁殖地的现状十分令人担忧,具体原因有待进一步深入调查研究。自 2002 年以来,82% 以上的黑嘴鸥种群集中在保护区西南的南小河

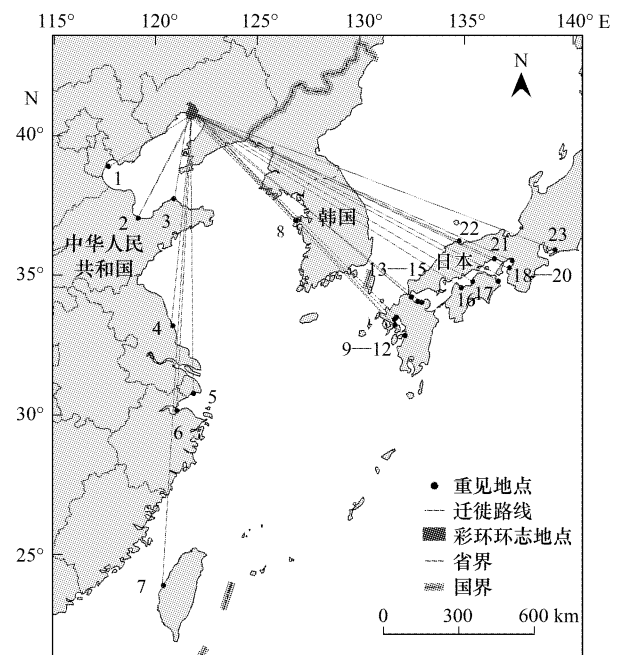


图 2 辽宁双台河口国家级自然保护区黑嘴鸥迁徙路线

Fig. 2 Migratory routes of the Saunders' s Gull bred at Shuangtaihekou NNR

彩环环志地点:辽宁双台河口保护区南小河、十里西、十里东、流子沟、平原水库

旗标重见地点:1 天津塘沽;2 山东莱州湾;3 山东蓬莱;4 江苏盐城大丰港;5 上海奉贤;6 浙江杭州湾;7 彰化县芳苑乡;8 韩国忠清南道牙山湾;9 熊本县不知火町;10 长崎县谏早市;11 佐贺县东与贺町;12 佐贺县鹿岛市;13 大分县中津市;14 大分县宇佐市;15 福冈县北九州市;16 爱媛县西条市;17 德岛县德岛市;18 香川县大野原町 Onohara;19 大阪府泉南市;20 大阪府大阪市;21 兵库县高砂市;22 岛根县安来市;23 爱知县丰桥市

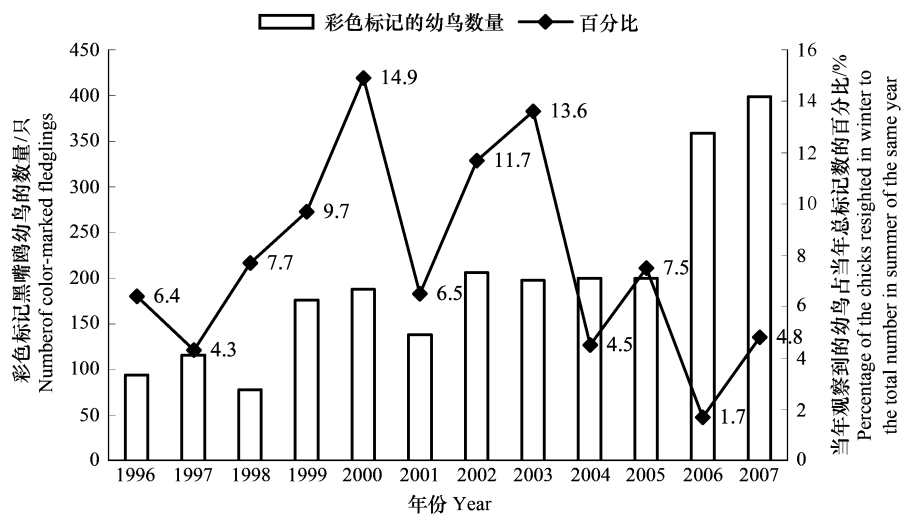


图3 1996—2007 年间辽宁双台河口彩色标记的黑嘴鸥幼鸟当年在日本越冬观察到的比例

Fig.3 Percentage of the chicks resighted in winter in Japan to the total number of color-marked fledglings in Shuangtaihekou NNR annually from 1996—2007

表2 1996—2005 年辽宁双台河口自然保护区彩色标记的黑嘴鸥幼鸟在日本越冬再观察矩阵

Table 2 Resighting matrix of juvenile Saunders's Gull color-marked in Shuangtaihekou NNR wintering in Japan from 1996—2005

年份 Year	标记幼鸟数量/只 Number of marked fledglings	再观察数量/只 Number resighted									
		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1996	94	6	4	4	1						
1997	116		5	3	1						
1998	78			6	6	6	5	4	3	2	1
1999	176				17	14	13	11	10	9	7
2000	188					28	22	20	16	16	13
2001	138						9	8	4	1	1
2002	206							24	15	9	7
2003	198								27	16	9
2004	200									9	5
2005	200										15

表3 1996—2005 年黑嘴鸥亚成体生存率最佳模型参数估计

Table 3 Parameter estimates for the best fit model $\phi(\cdot) p(\cdot)$ for sub-adult Saunders's Gull over the period 1996—2005

参数 Parameter	估计值 Estimate	标准误 Standard error	95% 置信区间 Confidence interval	
			下限 Lower	上限 Upper
亚成体生存率 (第1年—第2年越冬期) Sub-adult survival (1 st —2 nd wintering period)	0.613	0.058	0.494	0.719
重见率 Resighting rate	0.897	0.040	0.787	0.954

表4 基于1996—2005 年黑嘴鸥成体彩色旗标重见数据的年生存率分析结果

Table 4 Results of the survival analysis on a year basis of adult Saunders's Gulls between 1996 and 2005

模型 Model	Akaike 信息准则 AICc	Δ AICc Delta AICc	AICc 权重 AICc Weight	参数数量 No. of parameters	偏差 Deviance
$\Phi(\cdot) p(\cdot)$	215.44	0.00	0.97	2	61.46
$\Phi(t) p(\cdot)$	222.97	7.53	0.02	9	54.24
$\Phi(\cdot) p(t)$	225.16	9.72	0.01	9	56.43
$\Phi(t) p(t)$	232.64	17.21	0.00	15	50.53

参数“ ϕ ” = 生存率; “ p ” = 重见率; 条件参数“ $\cdot$ ” = 常数; “ t ” = 时间参数; 模型适合度检验中的 $\hat{C}$ 为 1.962 (基于 100 bootstraps)

表 5 基于表 4 分析基础上的 1996—2005 年黑嘴鸥成体年生存率最佳模型参数估计

Table 5 Parameter estimates for the best fit model $\phi(\cdot) p(\cdot)$ for adult Saunders' s Gull over the period 1996—2005 based on the analysis presented in Table 2

参数 Parameter	估计值 Estimate	标准误 Standard error	95% 置信区间 Confidence interval	
			下限 Lower	上限 Upper
生存率 Survival	0.746	0.042	0.655	0.819
重见率 Resighting rate	0.799	0.053	0.675	0.884

1.2 km² 的养虾池中繁殖。2005 年以来该处繁殖种群数量占整个保护区繁殖种群数量的 88% 以上。尽管保护区多年来与养虾池承包者协调, 尽量避免在黑嘴鸥繁殖期(3—6 月份) 引入潮水进行养殖, 但仍很难避免自然大潮的入侵。如 2006 年 6 月份调查期间, 观察到约 2/3 的巢区被潮水淹没, 并且观察到很多流失的鸟蛋、被淹没的鸟巢等。另外, 由于多年使用同一相对封闭的繁殖地, 土壤和水质污染, 黑嘴鸥幼鸟因疾病死亡的比例也呈现上升趋势, 如 2007 年 6 月份调查期间, 开始发现很多幼鸟因头后枕部不生长羽毛而死亡。

黑嘴鸥亚成体的重见率(0.787—0.954) 较成体(0.675—0.884) 高, 可能是亚成体迁到越冬地相对集群, 比较容易发现; 而成体迁到越冬地比较分散, 调查过程中容易发生遗漏。黑嘴鸥亚成体的生存率(0.494—0.719) 较成体低(0.655—0.819), 这在其它鸥类中也有类似报道, 例如红嘴鸥(*Larus ridibundus*) 亚成体的生存率(0.51—0.67) 较成体低(0.86—0.92)^[9]。

Hamer 等^[22] 根据可获得的数据, 报道了海鸟成体的年生存率介于 0.62—0.97 之间。其中企鹅目(Sphenisciformes) 企鹅科鸟类趋向于较低的生存率, 鸕形目(Procellariiformes) 信天翁科和鸕科鸟类趋向于较高的生存率, 鹈形目(Pelecaniformes) 鹈鹕科、鲑鸟科和鸬鹚科及鸬形目(Charadriiformes) 鸥科、燕鸥科和贼鸥科鸟类的生存率介于中间。鸥科鸟类中, Pons 等^[23] 报道银鸥(*Larus argentatus*) 成体的生存率为 0.867—0.895, Rattiste 等^[24] 报道海鸥(*Larus canus*) 成体的生存率为 0.865—0.929, Stenhouse 等^[25] 报道白鸥(*Pagophila eburnea*) 成体的生存率 0.82—0.90。本文中黑嘴鸥成体的年生存率估计相对较低(0.655—0.819), 这与 Hamer 等^[22] 报道的基本一致, 即近海岸(inshore) 鸬形目觅食鸟类较远洋类(pelagic) 的年生存率要低, 而黑嘴鸥正是近海岸觅食鸥类之一。

生存率在种群动态中是个非常关键的变量。就长寿的动物而言, 种群的增长率对成体的生存率的变化非常敏感^[26]。为了进一步准确估计日本越冬黑嘴鸥不同年龄段的生存率, 建议开展更多的彩色标记和重见活动, 从而提高其再观察率, 减少数据之间的过度分散(本文中数据的过度分散可能由于某些地点观鸟人员较多、观察频次较高所致)。同时, 也便于进一步分析不同地方种群的迁徙模式及同一越冬地不同年龄段黑嘴鸥在不同越冬地点之间的移动规律。

致谢: 国际鹤类基金会李凤山博士对本文写作给予帮助, 很多鸟类研究人员以及观鸟者提供旗标重见信息, 特此致谢。

References:

- [1] Environment Australia. Colour Flagging Protocol for Migratory Shorebirds in the East Asian — Australasian Flyway. Canberra: Wetland International, Australia, 2001: 1-2.
- [2] Minton C D T. What have we learned from banding and flagging waders in Australia? //P. Straw ed. Status and Conservation of Shorebirds in the East Asian-Australasian Flyway (Proceedings of the Australasian Shorebirds Conference, 13 — 15 December 2003, Canberra, Australia). Sydney: Wetlands International Global Series 18, International Wader Studies 17, 2005: 116-142.
- [3] Minton C D T, Jessop R, Collins P, Gosbell K. Monitoring shorebird breeding productivity by the percentage of first year birds in populations in S. E. Australian non-breeding areas//P. Straw ed. Status and Conservation of Shorebirds in the East Asian-Australasian Flyway (Proceedings of the Australasian Shorebirds Conference, 13-15 December 2003, Canberra, Australia). Sydney: Wetlands International Global Series 18, International Wader Studies 17, 2005: 73-85.
- [4] Goss-Custard J D, Durell S E A, le V. dit, Goater C P, Hulscher J B, Lambeck R H D, Meininger P L, Urft J. How Oystercatchers survive the

- winter. In: Goss-Custard J D ed. The Oystercatcher: From Individuals to Populations. Oxford: Oxford University Press, 1996: 155-185.
- [5] Hitchcock C, Gratto-Trevor C L. Diagnosing a shorebird local population decline with a stage-structured population model. *Ecology*, 1997, 78: 522-534.
- [6] Boyd H, Piersma T. Changing balance between survival and recruitment explains population trends in Red Knots *Calidris canutus islandica* wintering in Britain, 1969—1995. *Ardea*, 2001, 89: 301-317.
- [7] White G C. Numerical estimation of survival rates from band-recovery and biometry data. *Journal of Wildlife Management*, 1983, 47: 716-728.
- [8] Cooch E G, Pradel R, Nur N. A Practical Guide to Mark-Recapture Analysis using SURGE (2nd Edition). Centred'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive-CNRS, Montpellier, France, 1997. 135. <http://www.phidot.org/software/surge/guide.html>.
- [9] Prévot-Julliard A C, Lebreton J D, Pradel R. Re-evaluation of adult survival of Black-headed Gulls (*Larus ridibundus*) in presence of recapture heterogeneity. *Ank*, 1998, 115(1): 85-95.
- [10] White G C, Burnham K P. Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study*, 1999, 46 supply: 120-138.
- [11] Atkinson P W, Henderson I G, Clark N A. A preliminary analysis of the survival rates of Red Knots *Calidris canutus rufa* passing through the state of Delaware 1997—2001. British Trust for Ornithology Research Report No. 274. 2001. <http://shorebirds.skalar.net/bto%20research%20report%20274%20%20Red%20Knot.pdf>.
- [12] Brochard C, Spaans B, Prop J, Piersma T. Use of individual colour-ringing to estimate annual survival in male and female Red Knot *Calidris canutus islandica*: a progress report for 1998—2001. *Wader Study Group Bulletin*, 2002, 99: 54-56.
- [13] Jiang H X, Chu G Z, Hou Y Q, Qian F W, Wang H, Zhang G G, Zheng G M. Spatiotemporal variation of nesting sites of the Saunders's Gull *Larus saundersi*. *Acta Zoologica Sinica*, 2008, 54(2): 191-200.
- [14] Zheng G M, Wang Q S. China Red Data Book of Endangered Animals (Aves). Beijing: Science Press, 1998: 242-243.
- [15] Hou Y Q, Chu G Z, Qian F W, Lu J, Dai M. The population and distribution of Saunders's Gull *Larus saundersi* along the eastern coastline of China. In: Study on Chinese Ornithology (Proceedings of the 4th Ornithological Symposium of Minland & Taiwan, China). Beijing: China Forestry Publishing House, 2000: 214-218.
- [16] Jessop R, Collins P, Brown M. The manufacture of leg flags in the light of experience. *The Stilt*, 1998, 32: 49-51.
- [17] Ward R M. Darvic colour-rings for shorebird studies: manufacture, application and durability. *Wader Study Group Bulletin*, 2000, 91: 30-34.
- [18] Olsen K M, Larsson H. Gulls of Europe, Asia and North America. London: Christopher Helm, an imprint of A & C Black Publishers Ltd, 2003. 19-21.
- [19] Lebreton J D, Burnham K P, Colbert J, Anderson D R. Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecological Monographs*, 1992, 62: 67-118.
- [20] Cooch E, White G. Program Mark: a gentle introduction. 7th edition. 2008. http://www.phidot.org/software/mark/does/book/pdf/mark_book.zip.
- [21] Jiang H X, Hou Y Q, Qian F W, Chu G Z, Li Y X, Wang H, Shan K. Population genetic divergence and migration pattern of the Saunders's Gull *Larus saundersi*. *Acta Zoologica Sinica*, 2008, 54(5): 767-776.
- [22] Hamer K C, Schreiber E A, Burger J. Breeding biology, life histories, and life history-environment interactions in seabirds. In: Schreiber E A and Burger J eds. *Biology of Marine Birds*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2001: 217-261.
- [23] Pons J M, Migot P. Life-history strategy of the herring gull: changes in survival and fecundity in a population subjected to various feeding conditions. *Journal of Animal Ecology*, 1995, 64(5): 592-599.
- [24] Rattiste K, Lilleht V. Survival rates of breeding common gulls in Estonia. *Journal of Applied Statistics*, 1995, 22(5): 1057-1062.
- [25] Stenhouse I J, Robertson G J, Gilchrist H G. Recoveries and survival rate of Ivory Gulls banded in Nunavut, Canada, 1971—1999. *Waterbirds*, 2004, 27(4): 486-492.
- [26] Cairns D K. Population regulation of seabird colonies//Nolan V, Ketterson E D Jr and Thompson C F eds. *Current Ornithology*. New York: Kluwer/Academic Press, 1992: 9: 37-61.

参考文献:

- [13] 江红星, 楚国忠, 侯韵秋, 钱法文, 王会, 张国钢, 郑光美. 黑嘴鸥巢址的时空变化. *动物学报*, 2008, 54(2): 191-200.
- [14] 郑光美, 王岐山. 中国濒危动物红皮书(鸟类). 北京: 中国科学出版社, 1998: 242-243.
- [15] 侯韵秋, 楚国忠, 钱法文, 陆军, 戴铭. 中国东部沿海黑嘴鸥数量与分布. 中国鸟类学研究: 第四届海峡两岸鸟类学术研讨会文集. 北京: 林业出版社, 2000: 214-218.
- [21] 江红星, 侯韵秋, 钱法文, 楚国忠, 李玉祥, 王会, 单凯. 黑嘴鸥种群的遗传分化与迁徙模式. *动物学报*, 2008, 54(5): 767-776.