

## 研究论文

# 阿德雷岛企鹅种群分布、繁殖行为及其环境影响因子分析

孙维萍<sup>1,2</sup> 蔡明红<sup>3</sup> 王海燕<sup>4</sup> 邢闯<sup>5</sup> 卢冰<sup>1</sup> H. U. Peter<sup>6</sup> A. Frøehlich<sup>6</sup>

(<sup>1</sup> 国家海洋局第二海洋研究所; <sup>2</sup> 浙江大学环境与生物地球化学研究所; <sup>3</sup> 中国极地研究中心;

<sup>4</sup> 中国科学院微生物研究所; <sup>5</sup> 国家海洋环境预报中心; <sup>6</sup> 德国耶拿大学生态研究所)

**提要** 2006/2007 夏季对南极长城站地区的企鹅种群数量、分布及其繁殖行为进行了生态学调查与研究,共记录到 5 种企鹅:白眉企鹅、阿德利企鹅、纹颊企鹅、王企鹅和帝企鹅,前 3 种企鹅在本地区繁殖,后 2 种为本区旅鸟。阿德雷岛是本地区最重要的企鹅繁殖地,2006/2007 南极夏季阿德雷岛上繁殖的企鹅约为 9724 只,繁殖期后的企鹅总数约为 17220 只,繁殖成功率为 0.40—1.41 只/对。通过与历史资料对比,初步分析了近年来在本地区繁殖的企鹅数量与种群结构的变化趋势及其与气候、环境、人类活动的关系。

**关键词** 南极 企鹅 种群分布 繁殖行为 气候环境 人类活动

doi: 10.3724/SP.J.1084.2010.00033

## 0 引言

企鹅是南极地区数量最多的脊椎动物类群之一,其生物量占南极地区鸟类生物量 90% 以上。作为水生鸟类,其生命的大部分时间在海洋中度过,并把海洋作为其唯一的食物库(以磷虾等海洋生物为食),处于南大洋食物链终端。因企鹅在南极生态系统中所处的特殊地位(营养地位和能量传递),对其进行生态学研究是南极生命科学研究的重要组成部分,尤其是其作为全球环境变化大型指示生物种的潜能。当前国际南极鸟类研究注重鸟类种群动态变化的监测,通过优势种数量、分布及繁殖参数的变化对南极生态环境进行长期监测<sup>[1]</sup>;研究鸟类在南极生态系统的物质传递和能量转化过程中的重要作用<sup>[2]</sup>;研究气候环境变化和人类活动对南极的影响及对鸟类的有效保护措施<sup>[3-5]</sup>。1990 年我国学者首次对南极长城站地区鸟类进行了初步调查<sup>[6]</sup>,之后相继对企鹅进行了生态学研究<sup>[7]</sup>,种群结构、繁殖率调查<sup>[8]</sup>,优势种摄食生态学研究<sup>[9]</sup>,以及利用企鹅血液测定有机

[收稿日期] 2009 年 11 月收到来稿,2010 年 2 月收到修改稿。

[基金项目] 国家自然科学基金(40876104 D0611)资助。

[作者简介] 孙维萍,女,1979 年生。博士研究生,主要从事海洋环境科学研究。

氯农药含量<sup>[10]</sup>等环境监测工作,然而缺乏较全面对企鹅种群分布、繁殖行为、生存现状,尤其是种群变化与全球气候变化关系的研究。本文对长城站地区的企鹅展开了较为系统的生态学研究,并拓展了企鹅种群变化与环境气候变化及人类活动关系的研究,为国际南极组织保护南极海域和南极生物制定环保计划提供科学依据。

## 1 研究地区概况和观测方法

### 1.1 研究地区概况

研究地区位于西南极中国长城站(62°13'S, 58°58'W)及其附近地区、菲尔德斯半岛(Fildes Peninsula)无冰区及阿德雷岛(Ardley Island),其中主要生态学研究工作在阿德雷岛进行(图1)。阿德雷岛为国际南极研究科学委员会(SCAR)确定的特别生态保护区,面积约为2 km<sup>2</sup>,地势平坦(最高海拔70 m),全岛植物覆盖率为70%—80%,且分布均匀连续,地衣、苔藓为优势种。该地区年降水量约600—700 mm,以降雪为主,夏季平均温度在0℃以上。阿德雷岛东岸是目前南设得兰群岛地区最大的企鹅聚居地(还分布贼鸥、巨海燕等鸟类),辽阔的麦克斯韦尔海湾(Maxwell Bay)为企鹅提供了大量的磷虾、鱼类等饵料。企鹅年捕食磷虾约3317万吨,占南极海鸟总消耗量的90%,作为南极生态系统中顶级捕食者之一,南大洋有限的生物多样性,使其成为直接影响南极海域营养物质循环的重要因子以及不同尺度环境变化的敏感指示生物。

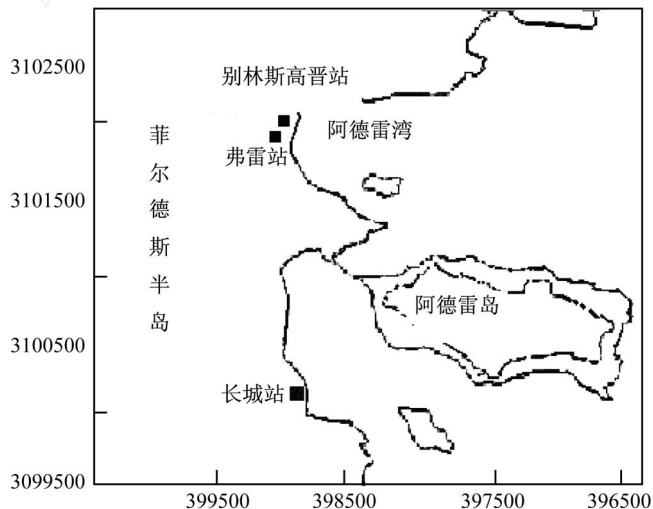


图1 阿德雷岛的地理位置(采用UTM坐标系)  
Fig. 1. Geography of Ardley Island

### 1.2 观测方法

对本区企鹅生态学的调查和研究采用直接观察法,记录企鹅种群数、活动类型、行为特点、繁殖行为(分三个阶段:孵化、幼鸟阶段和雏鸟下海前夕),分组分片同步进行。由于观测活动受制于气候条件和潮汐变化,因此进行了定期(使用俄罗斯考察站小艇)和不

定期 (根据潮汐步行往返) 的生态学观察和记录。繁殖种群数量统计主要采用巢位计数法<sup>[11]</sup>,在企鹅雏鸟孵出之前,调查研究区域营巢企鹅的群数,当两个企鹅群体相距 50 m 以上或存在明显的地形地貌差异的时候,可以认为是两个不同的群<sup>[12]</sup>;逐个统计每一群的巢数,一般统计 2—3 次以确保统计结果的准确性,观察记录巢内蛋卵、雏鸟、空巢情况,并假定每个巢内只有一对企鹅繁殖对;观测企鹅的居留时间,各种繁殖行为,测量有关的繁殖参数。在每个企鹅种群的繁殖点选择 100—200 个巢,在雏鸟孵出后,统计雏鸟存活状况,以平均每对企鹅繁殖对所养育成活的幼鸟数计算繁殖成功率。

2 结果与讨论

通过 2006. 12 ~ 2007. 2 夏季对长城站地区 (主要是阿德雷岛) 企鹅的生态学观测,分析了近几年阿德雷岛企鹅生物量、种群分布、繁殖行为及其动态变化与气候环境、人类活动等的关系。

2.1 企鹅种群分布与数量变化

考察期间在菲尔德斯半岛无冰区、西海岸石门半岛、西北海岸、华山半岛以北地区小岛、达特岛共记录纹颊企鹅 (*Pygoscelis antarctica*) 数百只;纳尔逊冰盖附近有 2 处企鹅栖息地,共记录企鹅科 5 种,主要为纹颊企鹅 (资料由捷克科考站提供);在阿德雷岛繁殖的主要有白眉企鹅 (*Pygoscelis papua*)、阿德利企鹅 (*Pygoscelis adeliae*)、纹颊企鹅;帝企鹅 (*Aptenodytes patagonicus*) 主要分布在南极大陆地区,但每年也有极少数在阿德雷岛出现,为该区的旅鸟 (在本区无繁殖活动)。2007 年 1 月初在阿德雷岛沙坝附近发现帝企鹅个体,1 月中旬换羽脱毛,3 周后离开;在西海岸生物湾发现王企鹅 (*Aptenodytes forsteri*),但未发现长冠企鹅 (*Eudyptes chrysolophus*),据报道该种企鹅曾在菲尔德斯半岛出现过<sup>[9]</sup>。表 1 列出了阿德雷岛及长城站附近地区企鹅种群分布与居留时间及其与历史时期的对比<sup>[18]</sup>。

表 1 2006/07 年阿德雷岛及长城站附近企鹅种群分布与居留时间及其与历史时期的比较

Table 1. Distribution and reside of the penguins compared with their history in the vicinity of the Great Wall Station in 2006/2007 season

种 类	1993/94 年夏季			2006/07 年夏季		
	分布地点	居留时间	繁殖	分布地点	居留时间	繁殖
白眉企鹅 ( <i>Pygosceli papua</i> )	阿德雷岛	10—2 月	+	阿德雷岛	10 月 —2 月底	+
阿德利企鹅 ( <i>Pygoscelis adeliae</i> )	阿德雷岛	10—3 月	+	阿德雷岛	10 月 —2 月初	+
纹颊企鹅 ( <i>Pygosceli Antarctica</i> )	阿德雷岛及 环岛分布	10—3 月	+	阿德雷岛及 环岛分布	10—3 月	+
王企鹅 ( <i>Aptenodytes patagonicus</i> )	生物湾	1 月下旬 — 2 月中旬	-	生物湾	1—2 月	-
帝企鹅 ( <i>Aptenodytes forsteri</i> )	马尔什基地	10 月初 —中旬	-	阿德雷沙坝	1 月, 3 周后离 开, 留下 1 只	-
长冠企鹅 ( <i>Eudyptes chrysolophus</i> )	阿德雷岛	1 月末 — 2 月中旬	-	未见		-

+ 表示有繁殖行为, - 表示无繁殖行为

2006/2007 考察期间,在阿德雷岛上记录的企鹅对分别为:白眉企鹅 4429 对,阿德利企鹅 423 对,纹颊企鹅 10 对,共计 9724 只,繁殖期后企鹅总数约为 17234 只。研究表明,考察期间岛上白眉企鹅的数量占绝对优势,占企鹅总数的 90% 以上,其次是阿德利企鹅,纹颊企鹅数量最少。根据王自磐 2001/02 观测结果<sup>[9]</sup>,阿德雷岛上白眉企鹅、阿德利企鹅和纹颊企鹅繁殖对分别为 4400、810 和 24 对,可见岛上企鹅数量近 5 年的短时期内也发生了较为明显的波动,处于优势种的白眉企鹅数量波动相对较小,两次调查结果较为相近;阿德利企鹅与纹颊企鹅的数量却在这 5 年间锐减,本次调查结果仅为 2001/2002 的一半甚至更少,与阿德雷岛隔海相望的巴登半岛 (Badun Peninsula) 也存在相似的现象。巴登半岛与阿德雷岛相距约 25 km,是纹颊企鹅的主要栖息地,2001 年该半岛上有纹颊企鹅 5200 只<sup>[14]</sup>,2006 年仅剩 2967 余只 (采用韩国考察站 2006 年 12 月企鹅生态学观察结果)。

## 2.2 企鹅的繁殖与育雏行为

调查结果表明,阿德雷岛是该区最主要的企鹅繁殖地。在孵化和育雏期间,企鹅巢区之间有严格界限,并通过雌雄个体轮换哺育来保证繁殖成功率。2 个月龄的幼鸟个体与成鸟相近,食欲增大,同群幼鸟在亲鸟双双下海捕食时,巢居界不再存在,幼鸟群聚集,外围有数只成鸟保护,形成幼儿园状态。本次岛上企鹅育雏观测结果如下:

(1) 白眉企鹅: 11—12 月产卵,一般 2 枚,偶产 1 枚或 3 枚,卵呈青白色,卵长经 66.0—74.0 mm,短经 56.0—60.5 mm,重 115.0—160.0 g; 12—1 月下旬孵化,育雏期约 30 d,距离产卵 105 d 左右蜕换新羽;成鸟 2 月换羽毛。

(2) 阿德利企鹅: 11 月上中旬产卵,通常 2 枚,偶产 1 枚,卵呈青蓝色,长经 62.0—76.0 mm,短经 48.0—60.5 mm,重 77.0—150.0 g; 12 月中下旬孵化,育雏期 25—30 d,90 d 左右蜕换新羽;成鸟 1 月下旬—3 月上旬换羽。

(3) 纹颊企鹅: 12 月初产卵,通常 2 枚,偶产 1 枚,卵呈白色带青,长经 62.0—75.0 mm,短经 50.0—54.0 mm,重 80.0—120.0 g; 12 月下旬—1 月中旬孵化,135 d 左右蜕换新羽;成鸟 2—3 月换羽。

观测结果显示,2006/2007 年夏季在阿德雷岛上繁殖成活的企鹅雏鸟总数约为 7510 只,其中白眉企鹅 7040 只,阿德利企鹅 460 只,纹颊企鹅 10 只;白眉企鹅、阿德利企鹅、纹颊企鹅的繁殖成功率分别为 1.41、1.10、0.40 只/对。对历年阿德雷岛上三种企鹅的繁殖成功率进行统计<sup>[13]</sup> (图 2),发现 1993/1994 年以来,岛上白眉企鹅的繁殖率整体上高于其他两种企鹅,阿德利企鹅次之,纹颊企鹅相对较低。从总体上看,白眉企鹅和阿德利企鹅繁殖成功率在统计期间的起伏不大,且两者在 2002/2003 之前具有较为相似的变化趋势,之后白眉企鹅的繁殖成功率呈现上升的趋势,而阿德利企鹅却呈现下降的趋势。纹颊企鹅的繁殖成功率在 1999/2000 年之前与其他两种企鹅具有较为相似的变化趋势,但是之后波动很大,甚至在 2003/2004 的夏季出现了零成功率,但在随后的 2004/2005 年出现了近 13 年来的最大值。影响海鸟繁殖成功率的因素很多,种群大小、食物来源可靠性、气候及环境条件、亲鸟的繁殖经验、人类活动干扰等<sup>[14]</sup>都有可能对成功率产生影响,还包括其繁殖地区周围其他种群及捕食者的活动<sup>[15]</sup>。本次研究中白眉企鹅具有相对较高的

繁殖成功率,可能与其相对较高的种群数量相关,因而在繁殖经验、抗特殊气候及捕食者、食物获取等方面都具有一定的优势。该岛上数量不多的纹颊企鹅在各方面都显得较为脆弱,其繁殖成功率明显受气候环境等因素的影响。2003/2004 年夏季纹颊企鹅的“零”繁殖成功率可能与 2003 年冬季的大雪及姗姗来迟的春季相关。2003/2004 年企鹅繁殖期(12 月—次年 2 月)的平均气温分别为 -1.3、-1.1、-1.5,2004/2005 年分别为 0.3、1.3、1.9,2005/2006 年分别为 0.0、2.7、2.4<sup>[13]</sup>,可见 2003 年 12 月的气温明显偏低,不同寻常的气候现象可能导致了该年度纹颊企鹅繁殖成功率的完全失控。

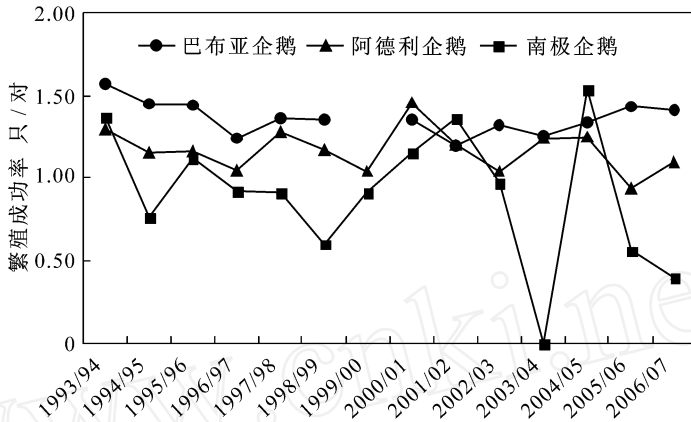


图 2 历年阿德雷岛企鹅繁殖成功率 (数据来源文献 [13])

Fig 2 Breeding success of penguins on Ardley Island

### 2.3 种群变化与气候环境及人类活动的影响

目前阿德雷岛上栖息的企鹅主要有三种:白眉企鹅、阿德利企鹅和纹颊企鹅,其中白眉企鹅在数量上占绝对优势。这三种企鹅在觅食、利用资源及巢址选择等行为上十分相近,尤其对食物因素的变化非常敏感。南极的地理环境特殊,生态环境脆弱,其食物链也较为单一,阿德雷岛上企鹅的食物来源主要为磷虾,还摄食鱼类、端足类、头足类等动物<sup>[6]</sup>。据已有研究,磷虾在阿德利企鹅、白眉企鹅和纹颊企鹅的食物中所占比例分别为 81.79%、86.87%和 100%。三种企鹅都以南极磷虾作为主要的食物来源,其间必然存在激烈的食物竞争,那么作为相对弱势群体的阿德利企鹅和纹颊企鹅,对于食物来源的变化将更为敏感。20 世纪中期以来,全球气候变暖,南极半岛的气候变暖显得尤为突出,冬季的平均气温在此期间上升了将近 6<sup>[16]</sup>。气温上升一方面导致南极冰盖的消退,大大缩减了企鹅主要的活动生存场所,另一方面也导致南极磷虾产量的萎缩,尤其是 1980s 中期以来,磷虾产量剧减<sup>[17]</sup>,该岛上对食物来源更为敏感的阿德利企鹅和纹颊企鹅数量也在 1980s 中后期呈现下降的趋势(图 3),而白眉企鹅相对较稳定,近 20 年来在阿德雷岛上的数量甚至出现了稳中有升的趋势,这可能与白眉企鹅对冰盖的依赖性不强有一定的关系<sup>[16]</sup>。Robertson<sup>[12]</sup>发现在王企鹅与帝企鹅大量聚集的企鹅营巢地很少见白眉企鹅,认为白眉企鹅可能与这两种企鹅之间存在激烈的生存竞争,并且在竞争中明显处于弱势。那么,阿德雷岛上白眉企鹅数量稳定甚至有上升的趋势,而阿德利企鹅与纹颊企鹅数量急剧减少,是否因为这两种企鹅在生存竞争中处于弱势相关?有待于下阶段更为深入的调

查研究。

可见,企鹅数量波动与气候变化也有密切关系。近年来科学家们发现,地球上出现的厄尔尼诺 南方涛动 (ENSO)等气候异常现象,都会在一定程度上造成南极气候环境的变化,EINiño循环过程与南极环流和南极海冰变化存在一定的联系<sup>[18,19]</sup>。Vargas等<sup>[20]</sup>也曾经报道,EINiño通过改变赤道洋流,从而影响海洋初级生产力,进而通过食物链对企鹅产生生物效应。图 3可见,在 1982/1983、1986/1987、1991/1992、1997/1998和 2005/2006 年等 EINiño年,纹颊企鹅数量均要比相邻的非 EINiño年低一些,阿德利企鹅也有相似的趋势,而白眉企鹅并没有显示出这一变化规律。那么,这些时期纹颊企鹅数量减少是否与 EINiño时期的南极气候异常直接相关,白眉企鹅却又为何没有相似的变化? 相关科学问题还有待于进行更为深入的研究。

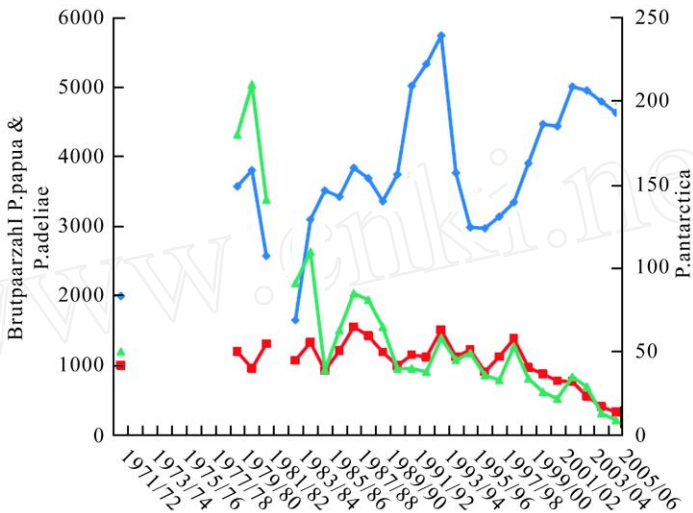


图 3 阿德雷岛三种企鹅 35 年来种群变化<sup>[13]</sup>

Fig 3 Penguin breeding population on Ardley Island during the past 35 years

企鹅种群波动不仅与南极气候相关,与其生存环境的关系也极为密切。人类活动对南极环境的影响也可能会直接或间接的影响到企鹅的正常生活,但不同种群受影响的程度相差很大:当考察者在阿德利企鹅周围走动时,通常会使鸟类行为学上所谓的“警惕 (vigilance) 水平提高,当走动消失后,“警惕”也就恢复到原先的水平<sup>[21]</sup>,但是白眉企鹅即使 5 min 后仍然维持较高水平的“警惕”<sup>[15]</sup>,这种行为学上的差异说明白眉企鹅对人类活动更敏感。同时,企鹅种群的大小也会对企鹅对人类活动的响应产生影响: Giese<sup>[14]</sup>在西福尔丘陵 (Vestfold Hills) 研究发现,人类科考活动大大降低了该地区种群较小 (平均 44 个巢) 的企鹅的孵化率及幼鸟的存活率,但是对较大的种群 (平均 70 个巢) 并没有明显的影响。尽管企鹅是人类特别强调保护的南极鸟种,长期以来受到特别保护,在整个南极地区的数量远远高于其它鸟种,但人类活动对企鹅尤其是处于繁殖期和育雏期的企鹅活动产生一定程度的干扰。考察发现,白眉企鹅胆子最小,在孵化和育雏期遇到威胁,会弃卵离去;阿德利企鹅有护巢行为;纹颊企鹅护巢行为最强,但对人类活动也更为敏感。1970s 末期以来,纹颊企鹅的数量更是急剧减少 (图 3),从 200 多对下降到 2006/07 年的

仅 10 对。白眉企鹅和阿德利企鹅主要活动范围在阿德雷岛(特别生态保护区,需要进入许可),而纹颊企鹅喜欢在长城站前的海滩活动<sup>[6]</sup>,受人类活动干扰的情况相对更为突出。菲尔德斯半岛是南极科考活动最频繁的区域,自 1968 年俄罗斯的 Bellingshausen 建站以来,相继全年驻扎智利的 Frei 和 Escudero 站,乌拉圭的 Artigas 站以及中国的长城站,飞机场及科考站的建设、科考人员及游人数量的增加及日益频繁的科考活动(船只与低空飞过企鹅栖息地的直升机),都将对岛上企鹅的生存及正常生活造成不可忽略的负面影响,而企鹅对于气候环境的脆弱性和敏感性,如果不加保护地对南极大陆继续进行大规模的考察开发,将会使这些物种的前景不容乐观。

### 3 结论

2006/07 年夏季调查表明,阿德雷岛是本区最重要的企鹅繁殖地,繁殖产生的企鹅雏鸟总数约为 7510 只,其中白眉企鹅雏鸟 7040 只,繁殖成功率为 1.41;阿德利企鹅雏鸟 460 只,繁殖成功率为 1.10;纹颊企鹅雏鸟 10 只,繁殖成功率为 0.40。与 2005/06 相比,种群数量略有减少、繁殖成功率上升。

影响阿德雷岛企鹅数量变化的因素有气候变化、食物来源、人类活动等。纹颊企鹅对人类活动惊扰反应较其它两种企鹅更为敏感,尤其在繁殖期间。频繁的人类活动(外来游人增加,船只与直升飞机的干扰),可能是导致纹颊企鹅数量下降的一个重要原因,但现有的研究还无法完全确定这是气候环境压力下演化所致,还是固有的鸟类生物自然演化规律。但作为现代生态环境质量的指示物种,纹颊企鹅目前正面临严峻的生存危机,可能预示着全球环境的进一步恶化。

**致谢** 感谢国家极地考察办公室对本研究的大力支持,以及中国南极长城站王建国站长、钱伟鸣管理员提供后勤保障确保研究观察和数据的获得;感谢中国第 23 次南极考察队全体队友的协作。

### 参考文献

- 1 Croxall J P, Williams T D. The Gentoo Penguin as a Candidate Species for the CCAMLR Ecosystem Monitoring Programme. Sci Comm Conserv Mar Living Resources Sel Sci Pap, 1990: 483—488.
- 2 Prince P A, Mougin R A. Seabirds: Feeding Ecology and Role in Marine Ecosystems. Cambridge: Cambridge University Press. 1987: 135—171.
- 3 Culik B, Adelung D and Woakes A J. Antarctic Ecosystems, Ecological Changes and Conservation. Berlin: Kerry Springer. 1990: 177—182.
- 4 Petter H U, Wang Z P. Human Impacts on Fildes Peninsula, King George Island, South Shetland Islands. Proceeding of SCAR International Biology Symposium Science. 2001, 27(6): 21.
- 5 张正旺,郑光美. 南极鸟类研究概况. 动物学杂志, 1995, 30(3): 13—16.
- 6 张春光,高耀亭. 南极长城站附近的脊椎动物——鸟类. 南极研究, 1991, 3(1): 30—38.
- 7 宁修仁. 南极彭拉阿里岛和斯迪根特角企鹅繁殖群体生物学测定和生态学观测. 生态学杂志, 1990, 9(6): 24—27.
- 8 张正旺,郑光美. 南极长城站地区企鹅的种群数量与分布. 北京师范大学学报, 1997, 33(1): 122—125.
- 9 王自磐. 南极菲尔德斯半岛海鸟与种群分布. 极地研究, 2004, 16(4): 271—280.

- 10 杨和福,竺建奋,吴友吕. 纹颊企鹅血液中的 PCBs、DDT 及 DDE 的分析. 中国第 1 届南大洋考察学术讨论会专集. 上海: 上海科学出版社, 1987.
- 11 Zhang ZW, Zheng GM, Yuan J F, et al. Census of Penguins on Ardley Island of Western Antarctic. Chinese Biodiversity, 1994, 2: 30.
- 12 Robertson G. Population Size and Breeding Success of the Gentoo Penguin, *Pygoscelis papua*, at Macquarie Island. Aust Wildl Res, 1986, 13: 583—587.
- 13 Umwelt Bundes Amt. Evaluierung des Gefährdungsgrades der Gebiete Filides Peninsula und Ardley Island und Entwicklung der Managementpläne zur Ausweisung als besonders geschützte oder verwaltete Gebiete. <http://www.umwelt-bundesamt.de>
- 14 Giese M. Effects of Human Activity on Adelie Penguin *pygoscelis adeliae* Breeding Success. Biological Conservation, 1996, 75: 157—164.
- 15 Holmes N D, Giese M, Achurch H, et al. Behaviour and Breeding Success of Gentoo Penguin *Pygoscelis papua* in Areas of Low and High Human Activity. Polar Biol, 2006, 29: 399—412.
- 16 Gross L. As the Antarctic Ice Pack Recedes, a Fragile Ecosystem Hangs in the Balance. PLoS Biology, 2005, 3 (4): 0557—0561.
- 17 Loeb V, Siegel V, Holm-Hansen O, et al. Effects of Sea-ice Extent and Krill or Salp Dominance on the Antarctic Food Web. Nature, 1997, 387: 897—900.
- 18 陈锦年,秦曾灏. 热带西太平洋、印度洋表层水温的变异特性及其对南极冰面积变化的响应. 海洋与湖沼, 2000, 31 (3): 334—340.
- 19 陈锦年,褚健婷,许兰英. 南极海冰面积变化特性及其与赤道太平洋海面温度的联系. 海洋学报, 1998, 20 (3): 134—139.
- 20 Vargas F H, Harrison S, Rea S, et al. Biological Effects of ENiño on the Galapagos Penguin. Biol Conserv, 2006, 127: 107—114.
- 21 Giese M. Guidelines for People Approaching Breeding Groups of Adelie Penguins (*Pygoscelis adeliae*). Polar Rec, 1998, 34: 287—292.

## DISTRIBUTION AND REPRODUCTIVE BEHAVIOR OF PENGUINS ON ARDLEY ISLAND AND THE IR ENVIRONMENTAL IMPACT FACTORS

Sun Weiping<sup>1,2</sup>, Cai Minghong<sup>3</sup>, Wang Haiyan<sup>4</sup>, Xing Chuang<sup>5</sup>,  
Lu Bing<sup>1</sup>, H. U. Peter<sup>6</sup>, A. Froehlich<sup>6</sup>

(<sup>1</sup> Second Institute of Oceanography, SOA, Hangzhou 310012, China;

<sup>2</sup> Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

<sup>3</sup> Polar Research Institute of China, Shanghai 200136, China;

<sup>4</sup> Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100081, China;

<sup>5</sup> National Marine Environmental Forecasting Center, Beijing 100081, China;

<sup>6</sup> Institute of Ecology, Friedrich Schiller University, JENA, Germany D-07743)

### Abstract

During the period of 2006/07 Antarctic summer, species population, distribution and reproductive behavior of the penguins in the areas of the Great Wall Station were investigated. Five species of the penguin were recorded, Gentoo penguin (*P. papua*), Adelie penguin (*Py-*



*goscelis adeliae*), Chinstrap penguin (*P. antarctica*), King penguin (*Aptenodytes patagonicus*) and Emperor penguin (*A. forsteri*). The first three species bred locally, while the other two species were met occasionally. Ardley Island was one of the most important breeding areas for penguins, after the breeding season of 2006/2007, there were totally about 17234 penguins with the breeding success rate between 0.40—1.41. Compared with the historical data, the changes of the penguin population and species distribution were analyzed, and also their relationships with the environment, climate change and human activities.

**Key words** Antarctica, penguins, species distribution, breeding success, environment and climate change, human activity

www.cnki.net