

分类号 \_\_\_\_\_

密级 \_\_\_\_\_

UDC \_\_\_\_\_

编号 \_\_\_\_\_

复 旦 大 学  
博 士 后 研 究 工 作 报 告

崇 明 东 滩 鸟 类 及 其 栖 息 地 的 研 究

马 志 军

工作起止日期 2000年7月 - 2002年6月

报告提交日期 2002年6月

复 旦 大 学 (上 海)

2002年6月

# 崇明东滩鸟类及其栖息地的研究

WATERBIRDS AND THEIR HABITATS

AT THE EAST TIDELANDS OF CHONGMING ISLAND

博士后姓名： 马志军

流动站(一级学科)： 复旦大学生物学

专业(二级学科)名称： 生态学

研究工作起始时间： 2000年7月

研究工作期满时间： 2002年6月

复旦大学研究生院(上海)

2002年6月

## 目 次

内容摘要 .....	I
Abstract .....	III
前 言 .....	1
研究地点概况 .....	4
1 崇明东滩南迁和北迁时期鹤形目鸟类的研究 .....	9
2 潮汐作用对崇明东滩越冬白头鹤及其栖息地的影响 .....	19
3 崇明东滩自然湿地与人工湿地鸟类群落特征的比较 .....	30
参考文献 .....	47
致 谢 .....	54
博士后期间发表和投送论文情况 .....	55
近年发表论文情况 .....	56
个人简历 .....	59

## 内 容 摘 要

崇明东滩为鸟类重要的迁徙中途停歇点及越冬地。本研究分析了崇明东滩北迁和南迁时期鸻形目鸟类的数量变化及其原因，研究了潮汐作用对越冬白头鹤及其栖息地的影响，并对自然湿地和人工湿地鸟类群落的特征进行了比较。

对鸻形目鸟类的研究表明：黑腹滨鹬、大滨鹬和环颈鹬为迁徙时期崇明东滩鸻形目鸟类的优势种，这三种鸟类的数量占北迁时期鸻形目鸟类总数的 90% 以上和南迁时期鸻形目鸟类总数的 50% 以上。北迁时期，在崇明东滩停歇的黑腹滨鹬、环颈鹬、大滨鹬、红腰杓鹬、蒙古沙鹬、鹤鹬和中杓鹬的数量分别超过该物种全球总数量的 1%，说明崇明东滩对这 7 种鸟类具有国际重要意义。捕鱼港及周围区域是鸻形目鸟类重要的栖息地。在南迁时期，崇明东滩鸻形目鸟类的数量显著下降，表明该地区不是鸻形目鸟类在南迁时期的主要停歇点。鸻形目鸟类在南迁和北迁时期可能采取不同的迁徙对策，即北迁时采取能量最大对策，而南迁时采取时间最短对策。

崇明东滩是白头鹤的重要越冬地。海三棱藨草的球茎是白头鹤的主要食物。由于潮汐的冲刷作用，海三棱藨草外带(远离堤坝)的球茎比海三棱藨草内带(靠近堤坝)的球茎在滩涂上的埋藏深度要浅。便利的取食条件使白头鹤大部分时间选择海三棱藨草外带和潮沟边缘作为其觅食地。回归分析表明，白头鹤觅食地和堤坝之间的距离与潮汐的高度显著相关。由于潮汐的影响及滩涂上食物资源分布的不均匀，白头鹤多集成大群活动而不表现出领域行为。白头鹤集群的大小随着潮汐高度的增加而增大。研究表明，潮汐作用是白头鹤觅食地选择的重要影响因子，它是白头鹤在崇明东滩仅选择自然滩涂湿地作为觅食地的重要原因。目前，崇明东滩白头鹤的栖息地面积非常有限，滩涂的围垦已对白头鹤及其栖息地造成了严重威胁。

全球范围内自然湿地的退化对生活在湿地上的生物造成了严重威胁。目前，通常的做法是在自然湿地被破坏后通过建造人工湿地以补偿自然湿地的损失。为了证明人工湿地能否替代自然湿地作为鸟类适宜的栖息地，在崇明东滩比较了滩涂(自然湿地)和水产品养殖塘(人工湿地)两种类型湿地鸟类的数量、物种丰富度和鸟类的群落特征及季节变化。结果表明，不同季节、不同生态习性的鸟类对两种类型的湿地表现出不同的选择性。大多数涉禽选择滩涂作为其栖息地，而大多数游禽选择水产品养殖塘作为栖息地。在春季和秋季，水鸟偏向于选择滩涂类型的栖息地，而在夏季和冬季水鸟对两种类型的栖息地的选择性没有显著差异。总的来说，在崇明东滩，自然湿地是鸟类更为适宜的栖息地，而人工湿地是冬季水鸟适宜的栖息地。我们认为，仅当自然湿地类型无法获得

或质量较差时，水鸟才选择人工湿地类型。过分强调人工湿地对鸟类保护的作用可能误导土地管理者随意将自然湿地转变为人工湿地的类型，从而导致鸟类多样性的丧失。因此，保护自然湿地比在自然湿地受破坏以后建造人工湿地类型更有利于鸟类的保护。

关键词：崇明东滩，湿地，水鸟，白头鹤，鹤形目鸟类，自然湿地，人工湿地

## ABSTRACT

The east tidelands of Chongming Island are important stopover sites and wintering grounds for migrants. This study analyzed on the number change of Charadriiformes during northern and southern migrations, researched on the effects of tidal rhythm on the *Grus monacha*, and compared on the characteristics of waterbird communities on natural and artificial wetlands.

A total of 44904 shorebirds of 32 species were recorded during northward migration of Charadriiformes. Dunlin, Great Knot and Kentish Plover were the dominant species and accounted for nearly 90% of the shorebirds seen. In addition to the six species of shorebirds (*Calidris alpina*, *Charadrius alexandrinus*, *Calidris tenuirostris*, *Numenius madagascariensis*, *Charadrius leschenaultii* and *Tringa erythropus*) already known to occur at Chongming Island in internationally important numbers, Chongming Island was also internationally important for *Numenius phaeopus*. Bu Yu Gang and the surrounding regions contained the main habitats for the shorebirds. During southward migration, though the dominant species were similar to those present during northward migration, the total number of shorebirds was only about 10% of that recorded during the northward period. This result indicated that the region was less important as a stopover site for shorebirds during southward migration. We considered that this was related to the different migration strategies of shorebirds on southward migration compared to northward migration: shorebirds takes energy maximum strategies during northward migration and time minimum strategies during southward migration.

The east tidelands of Chongming Island are important wintering habitats for *Grus monacha*. In order to determine how tidal variation affects the behavior of *G. monacha*, field observations were made there in the winter of 2000-2001. *Scirpus mariqueter* (sea-bulrush) is the dominant species in the tidal vegetation; and its corms are the major foods for *G. monacha*. The corms in the outer zone (far from the dyke) were buried underground shallower than those in the inner zone (near the dyke) due to erosion by tidewater. For an easy access to food, *G. monacha* tended to select the outer zone and the edge of tidal creeks as their roosting sites for most of time spent in tidelands. Regression analysis shows that the distance of roosting sites to the dyke was correlated with the height of tide. Affected by the tidewater and non-uniform distribution of food, crane did not show apparently territorial behavior, and tended to form large size of flocks, especially during high tides. It was

concluded that the tidal rhythm was also the major cause of the crane selecting only the natural tidelands at the east tidelands of Chongming Island. Presently, the habitats of *G. monacha* are limited, and even threatened at the east tidelands of Chongming Island as the tidelands are frequently reclaimed. Appropriate measures should be taken to prevent the tidelands being further reclaimed, otherwise the natural wintering grounds for *G. monacha* will soon disappear.

Loss of natural wetlands is a global phenomenon that has been a serious threat to the wildlife species living there. A common practice is to construct artificial wetlands to compensate for the loss after destruction of natural wetlands. To test whether artificial wetlands as habitats for waterbirds is a good alternative to natural wetlands, we compared species richness, abundance, and seasonal dynamics of waterbird communities of natural (here tidelands) and artificial wetlands (here aquacultural ponds) on Chongming Island. Results indicated that habitat preference of waterbirds showed seasonal difference: most of shorebirds were found on tidelands in spring, while most of natatorial birds were recorded in aquacultural ponds in winter. Waterbirds preferred the tidelands rather than aquacultural ponds in both spring and autumn, while they showed no preference for either of the tidelands and the ponds in both summer and winter. It is concluded that natural wetlands were better habitats for waterbirds than artificial wetlands on Chongming Island, while the artificial ones were also suitable habitats for waterbirds in winter. The waterbirds might use artificial wetlands only when natural wetlands were unavailable or of poor quality. An over-emphasis that artificial wetlands are suitable habitats for waterbirds might encourage land managers to convert natural wetlands into the artificial ones, resulting in considerable loss of bird diversity. Therefore, for the purpose of bird conservation, it would be a better practice to conserve natural wetlands rather than to construct artificial ones after destruction of natural wetlands.

**Key words:** east tidelands of Chongming Island, wetlands, waterbirds, *Grus monacha*, Charadriiformes, natural wetlands, artificial wetlands

## 前 言

湿地鸟类是湿地生态系统的重要组成部分,是湿地重要性及湿地质量评价的重要指标种(Frazier 1996; Kingsford 1999)。长期以来,湿地鸟类一直是湿地动物区系的重点研究对象(Ogden 1991; Streever et al. 1996; Duncan et al. 1999; West et al. 2000)。

崇明东滩位于北亚热带的南缘,属河口滩涂湿地类型。2002年1月,被国际湿地公约接纳为国际重要湿地。崇明东滩是迁徙鸟类的东亚-澳大利亚迁徙路线上的重要中途停歇点和越冬地。在中国大陆所回收的澳大利亚环志的鸻形目鸟类中,约有80%来自于崇明东滩。崇明东滩在鸟类的研究与保护上具有重要的意义。

从20世纪20年代开始, A. de C. Sowerby、E. S. Wilkison 等人开始对包括崇明东滩及周边地区在内的上海地区鸟类资源开展调查工作,对该地区的鸟类进行了详细的描述(Wilkinson, 1929; 1935; Sowerby, 1932; 1943)。建国后,对崇明东滩的鸟类资源进行了多次调查(李致勋和唐子英, 1959; 虞快等, 1988)。在近20年的时间,华东师范大学、上海师范大学、复旦大学、上海自然博物馆等高校和科研院所对崇明东滩鸟类的种类、数量和分布进行了多次调查;共记录到湿地鸟类108种(虞快等, 1988; 黄正一等, 1993)。其中,虞快等以小天鹅的越冬生态为重点,对小天鹅越冬期的食物、栖息地等进行了较为深入的研究(虞快, 1991; 虞快等, 1991)。另外,虞快等(1995)对崇明东滩越冬雁鸭类的主要食物资源进行了分析。由于崇明东滩对鸻形目鸟类迁徙的重要作用,从20世纪80年代后期,在崇明东滩多次开展鸻形目鸟类的数量及分布、居留状况、环志、食性分析及鸻形目鸟类迁徙前后的生理特征等方面的研究(钱国桢等, 1985; 崔志兴等, 1985; 王天厚和钱国桢, 1988; Wang and Tang, 1990a; 1990b; 唐仕华等, 1996; Battley et al., 1999; 2000; 2001)。1996年,湿地国际中国项目办事处和湿地国际大洋洲办事处等机构联合对崇明东滩春季迁徙的鸻形目鸟类进行了调查(陈克林等, 1997)。研究表明,崇明东滩是涉禽北迁时期的重要中途停歇点,另外,也是涉禽在遭遇恶劣天气时的紧急停留地。崇明东滩有6种鸻形目鸟类的数量达到国际重要湿地的标准(Barter et al., 1997a; 1997b; 1998; Wilson and Barter, 1998)。

崇明东滩的鸟类资源一直受到人类活动的强烈干扰。滩涂的过度围垦、鸟类的捕猎、滩涂上人类的干扰活动(放牧、捕捞鳗鱼苗、采取底栖无脊椎动物等)等对鸟类及其栖息地造成了严重的威胁。马鸣等(1998)对崇明东滩鸻形目鸟类的捕猎情况进行了调查, Mark Barter 等(1997c)对20世纪90年代崇明东滩



鸨形目的捕猎情况进行了比较。结果表明，崇明东滩的捕猎活动对鸟类资源造成了极大的破坏。虽然崇明东滩自然保护区已建立多年，但有关保护区的保护及管理工作一直无法跟上保护区的发展。

崇明东滩过度的围垦和大规模的开发也对鸟类及其栖息地造成了严重的威胁。以小天鹅为例，在 20 世纪 90 年代初期，崇明东滩小天鹅的数量为 3000-3500 只(黄正一等, 1993); 在 20 世纪 90 年代中期，小天鹅的数量急剧下降为 250-400 只(虞快, 1997); 2000 年冬季，我们在崇明东滩的调查中共记录到小天鹅 51 只; 而 2001 年冬季，我们多次在崇明东滩进行调查，但未记录到小天鹅。由此可见，大规模的围垦和开发已经对崇明东滩的鸟类资源带来了严重的威胁。如不能采取有效的保护对策，东滩的鸟类及其栖息地将受到进一步的破坏。

深入的科学研究是制定有效的保护对策的基础。虽然崇明东滩鸟类的研究已开展了大量的工作，但大多数工作一直停留在对鸟类的数量、分布和栖息地的调查，除了对小天鹅的越冬生态做过较详细的研究外(虞快, 1991; 虞快等, 1991; 黄正一等, 1993)，大部分工作缺乏深入的研究。另外，由于长江挟带的泥沙在崇明东滩不断淤积和快速的大规模围垦，崇明东滩的环境处于频繁的变化之中。大规模的围垦和开发从根本上改变了鸟类所赖以生存的栖息地的基本特征。而三峡工程建成后，由于长江水文条件的变化，位于长江河口湾地区的崇明东滩也将受到进一步的影响。频繁的环境变化势必对鸟类及其栖息地带来深远的影响。目前的研究工作已无法满足崇明东滩鸟类及其栖息地保护工作的需要。

本研究以崇明东滩的鸟类及其栖息地为研究对象，主要研究以下三方面的内容：

#### 1 迁徙时期崇明东滩鸨形目鸟类的数量变化及其原因分析

迁徙鸟类每年在繁殖地和越冬地(非繁殖地)之间进行上万公里的长距离迁徙(Myers et al., 1987; Battley et al., 2001)。完成单程迁徙所需要的能量是其迁徙前储存脂肪所能提供能量的数倍(McNeil & Cadieux, 1972)。为了顺利完成长途迁徙，鸟类需要一些中途停歇点来休息和补充食物及能量(Kvist et al., 2001; Davis & Smith, 2001)。因此，中途停歇点对鸟类的迁徙起着非常重要的作用(Dunn, 2000)。崇明东滩是鸨形目鸟类的重要中途停歇点，在鸟类的保护与研究上具有重要的作用。以往研究多为对春季鸨形目鸟类的调查，在秋季的调查工作未见报道。由于近年来崇明东滩大规模的围垦开发，大面积的滩涂湿地变为人工湿地和其他土地利用类型，这对迁徙中途停歇的鸨形目鸟类的栖息带来了一定的影响。本研究比较崇明东滩鸨形目鸟类在春季和秋季的数量的差异及变化，并对鸨形目鸟类的迁徙对策进行进一步的分析。

## 2 潮汐作用对崇明东滩白头鹤及其栖息地的影响

白头鹤是崇明东滩的重要越冬鸟类。随着湿地在全球范围内的迅速消失，白头鹤的栖息地也同样受到了严重的威胁，目前，在大部分越冬地，白头鹤对人工湿地和人工投食产生了一定的依赖性。由于崇明东滩良好的栖息条件，在崇明东滩越冬白头鹤仍仅选择自然滩涂湿地作为其栖息地(敬凯等，2002)。因此，崇明东滩在白头鹤的研究与保护上具有重要的意义。然而，滩涂的大规模围垦和开发已对白头鹤及其栖息地带来严重的影响，白头鹤的保护工作需要对其越冬生态及栖息地进行深入的研究以作为科学依据。目前，有关崇明东滩越冬白头鹤的研究未见正式报道。本研究分析崇明东滩重要的环境因子：潮汐作用对白头鹤及其栖息地的影响，为白头鹤的保护提供科学的依据。

## 3 自然湿地与人工湿地鸟类群落特征的比较

随着自然湿地在全球范围内的迅速消失，人工湿地成为湿地的主要类型。崇明东滩的大规模围垦开发同样使大面积的自然滩涂湿地迅速变为人工湿地。自然湿地变为人工湿地后鸟类群落会发生怎样的变化？人工湿地能否代替自然湿地而成为水鸟适宜的栖息地？目前，有关这个问题的争论一直在继续。为了了解崇明东滩自然湿地和人工湿地鸟类群落的特征，为自然资源的合理利用及鸟类的保护提供科学依据，本研究对崇明东滩自然滩涂(自然湿地)和水产品养殖塘(人工湿地)鸟类的群落特征进行比较，分析人工湿地能否代替自然湿地而成为水鸟适宜的栖息地。

## 研究地点概况

崇明岛位于长江入海口，面积约 1200 平方公里，是中国的第三大岛，也是世界最大的冲积岛。崇明岛是由长江挟带的泥沙在长江河口湾地区不断淤积而形成的，目前仅有 1400 年的历史。公元 618 年至 626 年(唐朝武德年间)，长江入海口的东沙、西沙露出水面，随着长江挟带的泥沙在其周围不断淤积，形成了许许多多的沙洲。这些沙洲涨而复坍，此坍彼涨，在近 1000 年的时间，坍没的沙洲近百个。在明朝后期，这些沙洲逐渐连接在一起，形成了一个岛，即崇明岛(上海市崇明县县志编纂委员会，1989)。建国后，当地政府在崇明岛的西、北和东部修建堤坝围垦滩涂，并开展保滩促淤工程。自 1956 年到 1989 年，市、县各级部门共组织了 63 次(处)围垦，共围垦土地 60 多万亩。崇明岛的面积不断增加。1960 年前后，崇明岛东南部的团结沙露出水面。1979-1981 年期间，当地政府在白港和团结沙修建堤坝以促进泥沙在该区域的淤积，团结沙迅速和东旺沙连成一片，并成为崇明岛的主体。

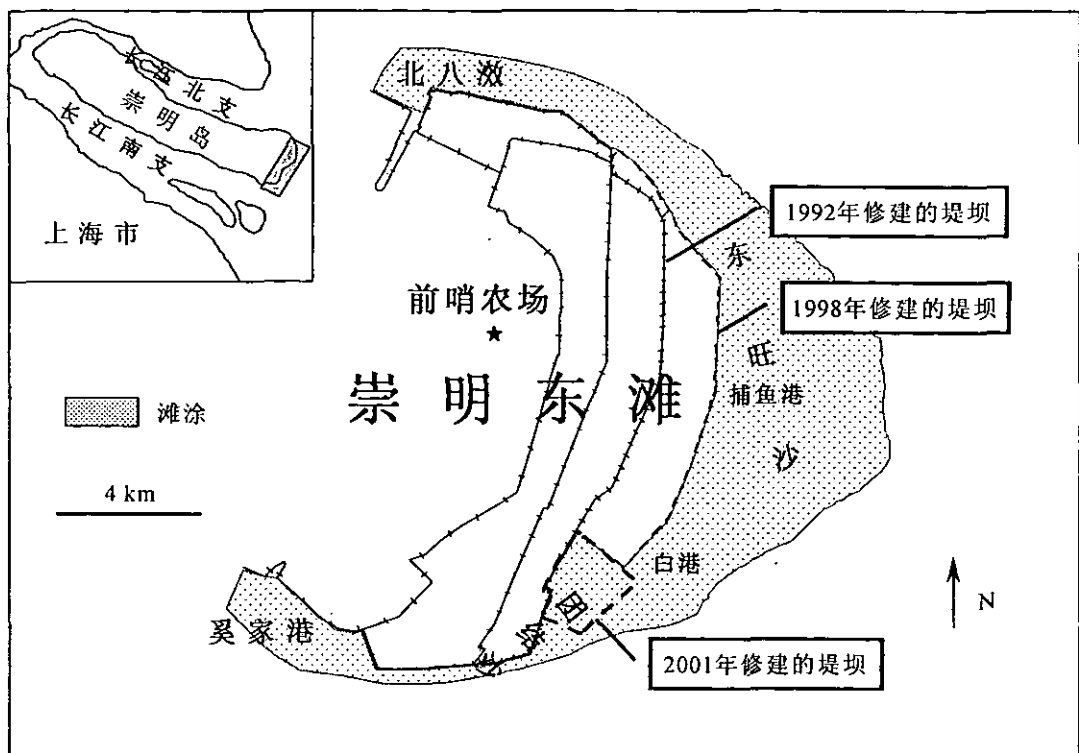


图 0.1 崇明东滩示意图

Fig. 0.1 Location of the east tidelands of Chongming Island

崇明东滩位于崇明岛的东部(31°25' ~31°38' N, 121°50'~122°05' E), 包括北八淤、东旺沙和团结沙三部分(图0.1)。世界自然基金会(WWF)发布的“Ecoregion 200”计划将长江河口与东海、黄海的 T 字形结合部作为具有国际重要意义的生态区(Olson and Dinerstein, 1998), 而崇明东滩正好位于 T 字形的交接区域, 是陆地、淡水和海洋三大生态系统的交汇区, 对湿地生物多样性的保护, 特别是对迁徙鸟类和洄游鱼类的保护具有重要的意义。

崇明东滩位于亚太地区候鸟迁徙路线的中点, 是鸻形目等迁徙鸟类的重要中途停歇点和雁形目等鸟类的重要越冬地, 每年在崇明东滩停留和经过的鸟类数量达一百万只以上。同时, 崇明东滩也是白头鹤、黑脸琵鹭等珍稀濒危鸟类的重要栖息地(黄正一等, 1993), 在鸟类的研究与保护上具有重要的意义。由于崇明东滩在湿地鸟类保护上的重要意义, 2002年1月, 国际湿地公约秘书处已正式将崇明东滩列为国际重要湿地。

崇明东滩位于北亚热带的南缘, 为东亚季风盛行的地区, 冬季主要为西北风, 11月到第二年2月西北风的频率高达35-40%。每年3月为冬季风向夏季风过渡的月份, 4月份以后多为东南风。崇明东滩年平均温度为15.3℃, 冬季平均温度为(11月到翌年2月)6.4℃。年均降雨量为1022.1毫米, 无霜期229天, 年平均日照2129.5小时(黄正一等, 1993)。

崇明东滩地处非正规半日浅海潮区, 每日有两次潮汐作用。最高潮位为5.8米, 最低潮位为-0.19米。涨潮潮差最大为4.62米, 最小为0.18米; 落潮潮差最大为4.85米, 最小为0.02米。年平均潮差为2.43-3.08米(1964年以来的资料统计, 见黄正一等, 1993), 属于潮汐作用显著的中潮区。潮水的冲刷作用使滩涂上形成了很多大小不一的潮沟。潮沟在滩涂上呈树枝状分布, 是潮水涨落的主要通道。大的潮沟长约1.5公里, 宽度为20-50米, 从堤坝附近向外一直延伸到潮下带; 小的潮沟长约几米到数十米, 宽度为数十厘米到数米。

崇明东滩水流的盐度受潮汐作用和长江下泻的淡水影响。崇明东滩南部水流的含盐量较低, 约为0.02-0.3%; 北部水流的含盐量较高, 约为0.14-1.52%(黄正一等, 1993)。

崇明东滩1998年修建的堤坝以内的主要土壤类型为水稻土、灰潮土和滨海盐土; 在1998年修建堤坝以外的滩涂上主要为潮滩盐土。其中潮上滩和高潮滩主要为沼泽潮滩盐土, 低潮滩为潮滩盐土。潮滩盐土为滩涂植物的生长创造了良好的条件。

崇明东滩是由长江北支和南支两条水道的径流以及涨、落潮流所挟带的泥

沙在崇明东部逐渐沉积而形成的。长江口为丰水多沙、中等潮汐强度的河口，长江每年的入海径流量为  $9 \times 10^{11} - 1 \times 10^{12}$  立方米，年输沙量为  $4.86 \times 10^8$  吨。这些泥沙大部分沉积于长江口及其附近地区，为滩涂的发育提供了良好的条件。由于长江口滩涂的上涨潮流速度大于落潮流速(东旺沙涨潮流速为 0.56 米/秒，落潮流速为 0.39 米/秒；北八淤涨潮流速为 0.67 米/秒，落潮流速为 0.51 米/秒)，涨潮时水体的平均含沙量为  $1.55 \text{kg/m}^3$ ，落潮时水体的平均含沙量为  $0.78 \text{kg/m}^3$ ，从而使得涨潮潮流带来的一部分泥沙滞留在潮滩上，滩涂得以不断淤长(黄正一等，1993)。

崇明东滩淤长速度最快的滩段位于东旺沙东侧的中部偏北区域，大致在北纬 31 度 32 分附近。据 1982 年到 1988 年间的统计，该区域共淤长 1700 米，平均每年淤长约 280 米(黄正一等，1993)。1991 年围垦后，滩面宽度变窄，自然植被遭到破坏，影响了自然促淤，淤长速度明显减少，平均每年淤长约 170 米(上海市农林局，2002)。据估计，目前崇明东滩的淤长速度约每年 150 米左右，每年给崇明岛增加约 5 平方公里的土地资源。

崇明东滩新增的滩涂为鸟类的栖息提供了良好的条件。然而，当地政府在崇明东滩多次修建堤坝，对滩涂进行围垦和开发。强烈的围垦活动破坏了滩涂湿地生态系统的结构。尽管滩涂一直保持淤长状态，围垦的速度大大超过滩涂的自然淤长速度。崇明东滩滩涂的宽度迅速减少。1990 年以前，崇明东滩滩涂的宽度约为 13 公里(黄正一等，1993)，经过 1990 年，1992 年和 1998 年 3 次大规模的围垦，约 200 平方公里的滩涂被围垦。目前滩涂的宽度仅为 5 公里左右。

随着时间的推移，围垦后土地的城市化特征不断加强。1998 年围垦的滩涂主要被开发为水产品养殖塘以养殖鱼类和蟹类。1990 年和 1992 年围垦的区域主要被开发为农田和蔬菜基地，另外，有小部分区域开发为水产品养殖塘。1990 年围垦的区域已出现了居民点的分布，而 68 年围垦的区域已成为具有一定规模的居民生活区。目前，崇明东滩的滩涂位于 1998 年修筑的堤坝以外，总面积约为 100 平方公里(不包括吴淞零米线以外区域)。这也是湿地鸟类的主要活动区域。

2001 年冬季，崇明东滩经历了又一次的围垦。据实地调查，新围垦的滩涂位于崇明东滩的东南部，围垦土地面积约 6 平方公里。根据崇明东滩湿地自然保护区的功能区规划，该区域位于保护区的核心区和缓冲区内。而依照国家有关自然保护区的管理条例，保护区的核心区是严禁进行任何开发活动的。据围

垦人员介绍，围垦的单位是崇明县工业园区，围垦工程得到了上海市土地局的批准。围垦的部分滩涂是国家一级保护动物白头鹤的重要觅食地。2001年冬季的围垦不仅对白头鹤的正常活动带来干扰，并造成白头鹤栖息地的丧失。由于围垦区域滩涂的淤长速度缓慢，新生滩涂很难在短时间内恢复原貌。

崇明东滩的优势植物为海三棱藨草 *Scirpus mariqueter* 和芦苇 *Phragmites australis*。另外，还分布有藨草 *Scirpus triqueter*、糙叶苔草 *Carex scabrifolia*、碱蓬 *Suaeda glauca* 等植物。随着滩涂的不断淤长，早期形成的滩涂逐渐远离潮水的影响，形成了明显的从原生裸地(光滩)到海三棱藨草群落到芦苇群落的植被演替(表 0.1)。

表 0.1 崇明东滩的潮位高度及植被演替

Table 0.1 Height of tide and vegetation succession at the east tidelands of Chongming Island

潮滩	潮位	潮位高度	主要植被类型
潮上滩	大潮高潮位以上	(3.5-3.8m)以上	芦苇
高潮滩	大潮高潮位至小潮高潮位	(3.5-3.8m)至(2.7-2.9m)	海三棱藨草
低潮滩	小潮高潮位至大潮低潮位	(2.7-2.9m)以下	光滩

海三棱藨草主要分布于潮间带。由于海三棱藨草群落分布的滩涂高程和植物生长年限的长短差异，海三棱藨草的植株高度和密度也不相同。据根据这些特征，可将海三棱藨草群落分为外带(远离堤坝)和内带(靠近堤坝)。外带是由种子或球茎新萌发的海三棱藨草群落，与内带相比，外带植被高度较低，植被稀疏。随着滩涂的淤长，海三棱藨草经过 2-3 年的生长，植被高度增加，密度增大，地下球茎逐渐退化，逐渐成为海三棱藨草的内带。海三棱藨草的内带和外带没有明显的界限，大致以平均高潮位为界。随着滩涂高程的增加，潮水的影响逐渐减少，海三棱藨草群落逐渐被芦苇群落代替。

海三棱藨草的球茎和种子富含淀粉，营养价值较高，且球茎略带甜味，为白头鹤、小天鹅以及雁鸭类的主要食物(虞快等，1998)。海三棱藨草的根状茎非常发达，可深达地下 50 厘米，根状茎延伸速度较快，常可形成大片的海三棱藨草群落。另外，海三棱藨草的叶子具有较高的营养价值，为优质的牧草。每年都有上千只牛在滩涂上放牧。

芦苇群落常为单优势种群落。芦苇通常高 1-2 米，植株直径 1 厘米左右。芦苇的生活力强，生长迅速，地下根状茎发达。群落外貌整齐，植株密集，常呈背景化，盖度可达到 70-90%，群落结构单一。在崇明东滩，芦苇群落主要分布于北部的北八淤和南部的团结沙。由于对东旺沙的过度围垦，芦苇群落被围垦于堤坝内部，并逐渐被白茅等植物所替代。随着水产品养殖塘的修建，芦苇呈斑块状分布于水产品养殖塘中。近年来，随着滩涂的淤长，滩面高程逐渐增加，芦苇群落开始逐渐出现于东旺沙区域的滩涂，目前芦苇带的宽度为数十米到百米左右，芦苇群落仍发育不良，近堤坝部分区域呈带状，离堤坝较远的区域呈斑块状分布于海三棱蔗草群落中。在团结沙的南部，由于潮水的侵蚀作用，没有较宽阔的高潮滩发育。因此，芦苇外侧直接为光滩，芦苇群落的滩涂外缘受潮汐冲刷而形成小的陡坎。2001 年冬季在团结沙修建的堤坝使大片芦苇群落被围于堤坝内部。随着未来对围垦土地的进一步开发，芦苇群落将受到一定的影响。目前北八淤是芦苇群落的主要分布区，大片的芦苇群落宽数百米，长数公里。

据多年调查和文献资料，崇明东滩有湿地鸟类 108 种(黄正一等, 1993), 其中以旅鸟和冬候鸟为优势种类。其中包括国家一级保护动物白头鹤 *Grus monacha*、白鹤 *Ciconia ciconia*; 国家二级保护动物黑脸琵鹭 *Platalea minor*、白琵鹭 *Platalea leucorodia*、小天鹅 *Cygnus columbianus*、灰鹤 *Grus grus*、白额雁 *Anser albifrons*、鸳鸯 *Aix galericulata*、小杓鹬 *Numenius borealis*、小青脚鹬 *Tringa guttifer* 等。滩涂上丰富的底栖动物和植物资源为鸟类提供了丰富的食物来源。

## 一、崇明东滩南迁和北迁时期鸻形目鸟类的研究\*

崇明东滩位于鸟类的东亚—澳大利亚迁徙路线的中点，据资料记录，每年有一百万只鸟类在崇明东滩停歇或经过(Scott, 1989; 黄正一等, 1993)。对崇明东滩的鸻形目鸟类的调查表明：崇明东滩的潮间带是迁徙鸟类在崇明东滩停歇时的重要栖息地，该区域对 6 种鸻形目鸟类，即黑腹滨鹬 *Calidris alpina*、大滨鹬 *Calidris tenuirostris*、环颈鹬 *Charadrius alexandrinus*、红腰杓鹬 *Numenius madagascariensis*、蒙古沙鹬 *Charadrius mongolus* 和鹤鹬 *Tringa erythropus* 具有重要的国际意义(陈克林等, 1997; Barter et al., 1997a)。另外，崇明东滩也是迁徙鸟类在恶劣天气条件下的紧急停歇点(Barter et al., 1997a; 1997b)。崇明东滩鸻形目鸟类的研究和保护对深入了解鸟类的迁徙对策，维持全球鸟类迁徙路线的完整性具有重要意义。

在 1996 年鸻形目鸟类的北迁时期(春季)，澳大利亚涉禽研究组和中国鸟类环志中心在崇明东滩对鸻形目鸟类进行了联合调查(陈克林等, 1997)。调查结果为北迁时期鸻形目鸟类在崇明东滩的数量及分布情况提供了详细的资料(陈克林等, 1997)。近年来，随着崇明东滩大规模的围垦和开发，崇明东滩的环境条件发生了显著的变化。特别是 1998 年，崇明东滩的潮间带被围垦 60 平方公里(图 0.1)，使鸟类的栖息地受到了严重的影响。目前，崇明东滩鸟类的状况还不清楚。

另外，以往的大部分的调查都是在鸻形目鸟类北迁时期进行的，而在鸻形目鸟类南迁时期的调查开展得较少。对长江口和杭州湾地区的调查表明：与北迁时期相比，在南迁时期，鸻形目鸟类的数量较少，但其迁徙的时期较长(王天厚和钱国桢, 1988)。然而，在崇明东滩南迁时期鸻形目鸟类的情况未见报道。为了了解崇明东滩迁徙时期鸻形目鸟类目前的情况，为鸟类的保护提供科学依据，我们在 2001 年的春季和秋季对该地区的鸻形目鸟类进行了调查。

### 研究方法

崇明东滩由北八滧、东旺沙和团结沙三个区域组成。在北八滧和团结沙区域的滩面较窄，鸻形目鸟类的种类和数量都较少(Barter et al., 1997a)。因此，本研究主要集中在东旺沙区域进行。

根据 Barter 等(1997a)对崇明东滩的划分，本研究将滩涂分为 4 个调查区：白港区域，捕鱼港南部，捕鱼港北部和东旺沙东北部。这四个区域也是 1996

\* 本章相关内容已被 Stilt 接受。



年鸻形目鸟类的主要分布区(Barter et al., 1997a)。每个调查区域在高潮时期和低潮时期各调查一次。在高潮时，潮水将大部分滩涂淹没，鸻形目鸟类停歇在堤坝附近地势较高的滩涂区域，距离堤坝仅 100 米左右，可以在堤坝上用单筒望远镜(60×)直接进行计数；在低潮时，在滩涂上沿着潮沟步行，对见到的鸟类进行记录。对每个区域在高潮和低潮时期的数量，保留最大值作为该区域鸻形目鸟类的数量。将每次调查记录到的每个区域鸻形目鸟类数量相加，作为崇明东滩鸻形目鸟类的总数量。另外，骑自行车对 98 堤坝内的水产品养殖塘进行调查，记录鸻形目鸟类的种类和数量。

## 结果

2001 年 3 月中旬到 5 月中旬，共进行了 5 次调查。由于快速的围垦导致潮间带区域的面积迅速减少，目前崇明东滩主要的潮间带位于东旺沙区域。该区域也是鸻形目鸟类分布最为集中的区域。在鸻形目鸟类的北迁时期，共记录到鸻形目鸟类 32 种 44904 只(表 1.1)。其中，黑腹滨鹬、大滨鹬和环颈鹬三种鸟类为该时期鸻形目鸟类的优势种，它们的数量约占鸻形目鸟类总数量的 90%。

2001 年 8 月下旬到 10 月中旬，对鸻形目鸟类进行了 5 次调查。其中，由于天气条件的影响，在 8 月 27 日到 30 日仅对捕鱼港区域进行了调查。在秋季的调查中，共记录 24 种 3175 只鸻形目鸟类(表 1.2)。其中，环颈鹬，黑腹滨鹬和大滨鹬是南迁时期该区域鸻形目鸟类的优势种，这三种鸟类约占鸻形目鸟类总数的 50%。

不同鸻形目鸟类在崇明东滩停留的高峰期各不相同。在北迁时期，环颈鹬是最早到达崇明东滩的鸻形目鸟类，在 3 月中旬其数量就达到高峰(表 1.1)。黑腹滨鹬的迁徙高峰期出现在 4 月中旬和下旬，它在崇明东滩的停留时间较长，从 3 月中旬到 4 月下旬的每次调查中都可记录到。大滨鹬在崇明东滩的停留时间较短，仅在 3 月末到 4 月末有记录。到 5 月中旬，三种主要鸻形目鸟类的数量都显著下降，而中杓鹬的数量明显增加并成为崇明东滩的主要鸻形目鸟类。在 5 月中旬的最后两天的调查中(5 月 12 和 13 日)，中杓鹬的数量也明显下降，这说明它们已经开始向北迁徙，即崇明东滩鸻形目鸟类的迁徙期已经结束。

根据鸟类的分布，捕鱼港及周围区域是鸻形目鸟类最重要的分布区，在这个区域记录到鸟类的数量占鸟类总数的 70%以上。另外，堤坝内的水产品养殖塘也是一些鸻形目鸟类的栖息地。黑翅长脚鹬，金眶鹬，泽鹬等鸻形目鸟类仅在水产品养殖塘中记录到。其他一些种类，如砾鹬，矶鹬等也主要分布于水产品养殖塘。

表 1.1 2001 年北迁时期崇明东滩鸻形目鸟类数量

Table 1.1 Numbers of shorebirds at the east tidelands of Chongming Island during the 2001 northward migration.

Species	12-16	24-28	9-13	24-29	8-12	Total	%
	March	March	April	April	May		
Dunlin <i>Calidris alpina</i>	3220	2813	5208	6418	676	18325	40.83
Kentish Plover <i>Charadrius alexandrinus</i>	7880	4104	2534	213	5	14736	32.82
Great Knot <i>Calidris tenuirostris</i>		3510	2708	267		6485	14.44
Sharp-tailed Sandpiper <i>Calidris acuminata</i>		7	62	978	370	1417	3.16
Curlew Sandpiper <i>Calidris ferruginea</i>	12	805	112	88		1017	2.27
Greater Sand Plover <i>Charadrius leschenaultii</i>			234	366	34	634	1.41
Whimbrel <i>Numenius phaeopus</i>		6	12	9	524	551	1.23
Red-necked Stint <i>Calidris ruficollis</i>			112	384	15	511	1.14
Terek Sandpiper <i>Xenus cinereus</i>			11	94	210	315	0.70
Eurasian Curlew <i>Numenius arquata</i>	49	26	73	123	15	286	0.64
Ruddy Turnstone <i>Arenaria interpres</i>			2	93	3	98	0.22
Common Greenshank <i>Tringa nebularia</i>		2	7	80	8	97	0.22
Godwit sp. <i>Limosa sp.</i>		43	25	14		82	0.18
Broad-billed Sandpiper <i>Limicola falcinellus</i>				37	7	44	0.10
Common Redshank <i>Tringa totanus</i>			23	17	3	43	0.10
Common Sandpiper <i>Actitis hypoleucos</i>	3	4	3	29	3	42	0.09
Spotted Redshank <i>Tringa erythropus</i>		2	29	4	3	38	0.09
Lesser Sand Plover <i>Charadrius mongolus</i>					25	25	0.06
Black-winged Stilt <i>Himantopus himantopus</i>		7	5	11		23	0.05
Grey Plover <i>Pluvialis squatarola</i>	1	4	12	2		19	0.04
Ringed Plover <i>Charadrius hiaticula</i>			2	13	2	17	0.04
Eastern Curlew <i>Numenius madagascariensis</i>	6	2	7	1		16	0.04
Snipe sp. <i>Gallinago sp.</i>		2	6	7	1	16	0.04
Green Sandpiper <i>Tringa ochropus</i>		2	3	4	2	11	0.02
Spotted Greenshank <i>Tringa guttifer</i>			3	7		10	0.02
Little Ringed Plover <i>Charadrius dubius</i>				9		9	0.02
Pacific Golden Plover <i>Pluvialis dominica</i>			2	1	3	6	0.01
Red Knot <i>Calidris canutus</i>			5	1		6	0.01
Marsh Sandpiper <i>Tringa stagnatillis</i>			5			5	0.01
Eurasian Oystercatcher <i>Haematopus ostralegus</i>			3		2	5	0.01
Sanderling <i>Calidris alba</i>				3		3	0.01
Little Curlew <i>Numenius minutus</i>					2	2	<0.01
Total number	11 171	11 339	11 208	9 273	1 913	44 904	100
Total species	7	16	27	28	21	32	

表 1.2 2001 年南迁时期崇明东滩鸻形目鸟类数量

Table 1.2 Numbers of shorebirds at the east tidelands of Chongming Island during the 2001 southward migration.

Species	27-30	11-13	17-19	26-28	15-18	Total	%
	Aug.	Sept.	Sept.	Sept.	Oct.		
Kentish Plover <i>Charadrius hiaticula</i>	68	72	155	148	185	628	19.78
Dunlin <i>Calidris alpina</i>	28	72	85	16	311	512	16.13
Great Knot <i>Calidris tenuirostris</i>		102	160	125	18	405	12.76
Red-necked Stint <i>Calidris ruficollis</i>		69	70	93	52	284	8.94
Black-tailed Godwit <i>Limosa limosa</i>	8	17	45	110	4	184	5.80
Common Greenshank <i>Tringa nebularia</i>	5	74	31	18	28	156	4.91
Sharp-tailed Sandpiper <i>Calidris acuminata</i>	22	42	35	52		151	4.76
Broad-billed Sandpiper <i>Limicola falcinellus</i>	8	59	29	32	21	149	4.69
Eurasian Curlew <i>Numenius arquata</i>	1	36	25	14	40	116	3.65
Terek Sandpiper <i>Xenus cinereus</i>	18	15	38	35		106	3.34
Eastern Curlew <i>Numenius madagascariensis</i>	1	21	16	18	46	102	3.21
Bar-tailed Godwit <i>Limosa lapponica</i>	9	10	35	33	14	101	3.18
Curlew Sandpiper <i>Calidris ferruginea</i>			32	48		80	2.52
Whimbrel <i>Numenius phaeopus</i>	2	15	27	17	5	66	2.08
Sand Plover Sp. <i>Charadrius mongolus</i> & <i>C. Leschenaultii</i>	10	8	20	6		44	1.39
Common Sandpiper <i>Actitis hypoleucos</i>	7	5	5	3	8	28	0.88
Common Redshank <i>Totanus totanus</i>		3	5	11	9	28	0.88
Wood Sandpiper <i>Tringa glareola</i>			5	3		8	0.25
Sniper Sp. <i>Gallinago Sp.</i>			2	1	5	8	0.25
Green Sandpiper <i>Tringa ochropus</i>		6			1	7	0.22
Grey Plover <i>Pluvialis squatarola</i>	1			1	2	4	0.13
Little Curlew <i>Numenius minutus</i>		1	2			3	0.09
Marsh Sandpiper <i>Tringa stagnatilis</i>		3				3	0.09
Spotted Redshank <i>Tringa erythropus</i>		1				1	0.03
Spotted Sandpiper <i>Tringa guttifer</i>					1	1	0.03
Total number	188	631	822	784	750	3175	100.0
Total species	14	20	20	20	16	24	

注：8月27-30的调查仅包括捕鱼港南部区域。

调查结果表明：在北迁时期鸻形目鸟类的种类和数量要高于南迁时期鸻形目鸟类的种类和数量。其中，北迁时期鸻形目鸟类的数量明显高于南迁时期的数量。

## 讨论

与 10 年前的调查结果相比(黄正一等, 1993), 崇明东滩鸻形目鸟类的数量显著减少。Barter 等(1997a)认为, 崇明东滩附近的其他区域可能存在鸻形目鸟类更好的栖息地。近年来, 在长江下游附近地区的调查表明: 一些地区鸻形目鸟类的数量有所增加。例如, 在崇明东滩北部的东沙曾记录到大量的鸻形目鸟类(Wang and Barter, 1998); 在崇明东滩北部约 200 公里的盐城沿海滩涂的调查表明鸻形目鸟类的数量有所增加(Wang, 1997)。在崇明东滩东南部约 45 公里的九段沙也可能是鸻形目鸟类迁徙时期的重要中途停歇点, 近年在九段沙的调查曾发现在迁徙时期有大量鸻形目鸟类停歇(陆健健, 私人交流)。目前, 九段沙的滩涂面积较小, 且由于受到潮汐作用的强烈影响, 在涨潮时期滩涂全部淹没, 无法为鸻形目鸟类提供良好的栖息条件。但随着泥沙在九段沙的进一步淤积, 滩位将逐渐升高, 滩涂面积也将逐渐增加, 在将来很可能为鸻形目鸟类提供新的中途停歇点。而由于崇明东滩的大规模围垦和开发, 对鸻形目鸟类的栖息地带来了严重的破坏, 可能造成鸻形目鸟类选择附近其他环境条件较好的栖息地。

根据 1996 年春季的调查结果, Barter 等认为大滨鹬在崇明东滩的停留时间较短(Barter et al., 1997b)。本研究结果表明: 大滨鹬在崇明东滩数量的高峰期出现在三月末到四月中旬, 到 4 月末, 在崇明东滩仅能见到少量个体, 即大部分大滨鹬都已经北迁。本研究的结果证实了大滨鹬在北迁时期迅速通过崇明东滩的观点。

以前的调查表明: 蒙古沙鸻比铁嘴沙鸻提前到达崇明东滩(王天厚和钱国桢 1988; 黄正一等, 1993)。本研究发现蒙古沙鸻到达崇明东滩的时间比铁嘴沙鸻要晚一些: 铁嘴沙鸻在 4 月上旬到达崇明东滩, 而在 5 月上旬才能在崇明东滩记录到蒙古沙鸻。

与 1996 年鸻形目鸟类北迁时期的调查结果相比, 本次调查记录到的红腰杓鹬、鹤鹬和蒙古沙鸻的数量都大大减少。在 5 月份, 共记录到 524 只中杓鹬, 但在以前同时期的调查中没有记录到中杓鹬(Barter et al., 1997a)。根据水鸟种群估计(Bamford and Watkins, 在出版), 崇明东滩中杓鹬的数量超过 1% 的国际标准。这表明崇明东滩在中杓鹬的保护上具有国际重要意义。本研究结果也表明: 崇明东滩对黑腹滨鹬、大滨鹬和环颈鸻的保护具有国际重要意义。

与北迁时期相比，在鸻形目鸟类的南迁时期，鸟类的优势种与鸟类南迁时期的相似，但鸟类的数量显著减少。在北迁时期，每次调查记录的鸻形目鸟类数量都在 10000 只左右，而南迁时期每次记录到的鸟类数量都不到 1000 只。这表明，崇明东滩并不是鸻形目鸟类在南迁时期的重要停歇点。

20 世纪 80 年代后期，王天厚和钱国桢等(1988)在对长江河口湾和杭州湾鸻形目鸟类的调查中，也发现了类似的现象。他们的研究表明：在北迁和南迁时期，鸻形目鸟类的数量比为 1.37:1。而本研究在北迁和南迁时期记录到的鸻形目鸟类数量比例约为 10:1。

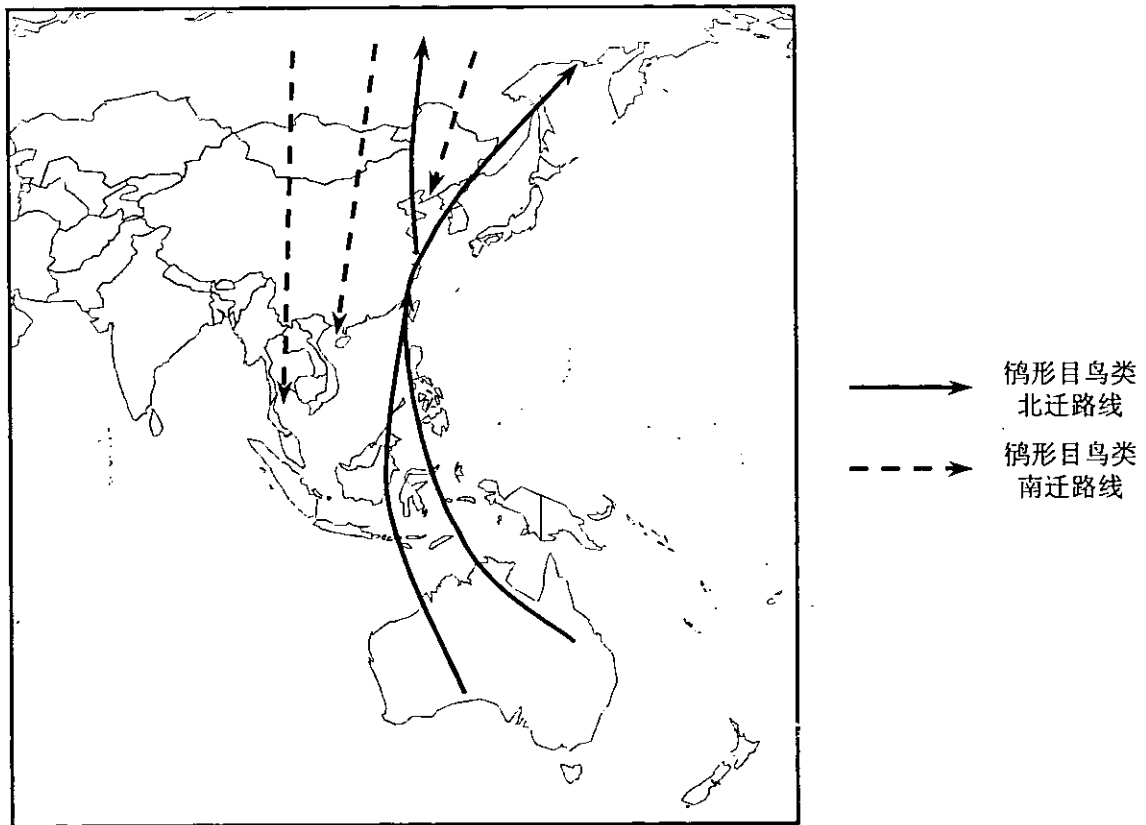


图 1.1 鸻形目鸟类东亚—澳大利亚迁徙路线(根据 Hsu and Purchase, 1987; 王天厚, 钱国桢, 1988)

Fig 1.1 Migration routes of shorebirds in the Asian-Australian Flyway during northward and southward migration(According to Hsu and Purchase, 1987; Wang and Qian, 1988)

对于不同时期鸻形目鸟类的数量差异，王天厚和钱国桢等(1988)认为：南迁和北迁时期崇明东滩及附近地区鸻形目鸟类数量的差异是由于鸟类选择不同的迁徙路线而造成的。北迁时期，鸻形目鸟类沿我国东部沿海地区飞行，长江河口湾区域是鸻形目鸟类必经的中转站。鸟类过长江口后，分为两支，

一支向江苏、山东到东北地区及俄罗斯繁殖，另一支向朝鲜半岛和日本迁飞；而南迁时期，鸻形目鸟类在整个中国大陆扩散式南迁，崇明东滩及附近区域仅是多条迁徙路线中的一条(图 1.1)。因此，北迁时期的鸟类数量明显高于南迁时期见到的鸟类数量。根据 1953 年到 1982 年澳大利亚对鸻形目鸟类的环志回收资料，Hsu 和 Purchase(1987)也认为鸻形目鸟类在北迁和南迁时可能采用不同的迁徙路线。

由于我国鸻形目鸟类的研究较薄弱，特别是在中国的内陆地区，鸻形目鸟类的研究基本没有开展工作，目前还没有资料表明内陆地区鸻形目鸟类在南迁时期的数量高于北迁时期的数量。因此，有关鸟类在北迁和南迁时期采用不同迁徙路线的理论一直缺乏直接的证据支持。近年来，在我国东部沿海地区的调查表明：该区域鸻形目鸟类在南迁和北迁时期的数量没有显著的差异(Wang, 1997; Barter, in press)。在东沙的调查甚至表明鸻形目鸟类在南迁时期的数量显著高于在北迁时期的数量(Wang and Barter, 1998)。因此，很难用迁徙路线的不同来解释南迁和北迁时期在崇明东滩及附近地区的鸟类数量存在的显著差异。

表 1.3 20 世纪 90 年代中国东部沿海地区鸻形目鸟类的统计数量及分布

Table 1.3 Number and distribution of shorebirds during migration in the littoral regions of Eastern China in the 1990s

地 点	最大统计数量	
	北迁时期	南迁时期
九段沙	5780	843
崇明东滩	24770	2889
东沙	72584	244176
盐城滩涂	111285	82530
黄河三角洲	130122	70748
天津沿海湿地	73553	-
辽河口	34445	-
双台河口	63641	25780
总计	516180	426966

注：-：没有资料记录。

本表参考 Mark Barter(in press)的有关资料。

近 10 年来对中国东部沿海地区南到九段沙，北到双台河口共 8 个鸻形目鸟类迁徙中途停歇点的调查资料表明：虽然一些中途停歇点在北迁时期鸻形目鸟类的数量要高于南迁时期鸻形目鸟类的数量，但从总体来说，北迁和南迁时期鸻形目鸟类的数量没有显著差异(表 1.3, Wang et al., 1991; 1992; Wang, 1997; Barter et al., 1998)。因此，用迁徙路线的不同的观点无法解释南迁和北迁时期在崇明东滩及附近地区鸟类数量的显著差异。

另外，高育仁(私人交流)证实：大量迁徙的鸻形目鸟类在 9 月中旬便到达澳大利亚。他认为南迁时期在崇明东滩鸻形目鸟类数量较少可能是由于鸟类快速通过该地区。根据在广东的多年观察，高育仁指出在广东地区鸻形目鸟类在南迁时期没有发现大的集群(Gao, 1991)。

根据对崇明东滩鸻形目鸟类近两年的调查及有关资料的分析，我们认为：应从鸻形目鸟类的迁徙对策上来解释南迁和北迁时期崇明东滩鸻形目鸟类数量的显著差异。目前的研究表明，鸟类在迁徙时主要采取两种不同的对策：一种是时间最少对策(time minimization strategy)，即在最短的时间内完成迁徙活动，以保证能够在目的地优先占领高质量的栖息地(Farmer and Wiens, 1999)。采用这种迁徙对策的鸟类多采用长距离跳跃式(jumping)的迁徙方式(Piersma, 1987; Smit and Piersma, 1989)；另一种是能量最大对策(energy maximization strategy)，即鸟类在到达迁徙目的地的时候仍携带大量的能量储备，以应对可能遇到的恶劣环境条件(Farmer and Wiens, 1999)。采用这种对策的鸟类多采用短距离跳跃式(hopping)的迁徙方式(Piersma, 1987; Smit and Piersma, 1989)。另外，其他环境条件(如气候条件等)对鸟类迁徙对策的选择也有一定影响(Alerstam and Lindstrom; 1990; Lindstrom and Alerstam, 1992)。

我们认为：鸻形目鸟类在南迁和北迁时期可能采取不同的迁徙对策，即在北迁时期采取能量最大对策，而在南迁时期采取时间最短对策。北迁时期，大多数鸟类在崇明东滩及附近区域停歇以补偿能量；南迁时期，只有少量体质较弱的鸻形目鸟类将该地区作为中途停歇点，体质强壮的鸻形目鸟类则不在地区停歇而直接飞往非繁殖地。因此，南迁和北迁时期鸻形目鸟类在崇明东滩的数量呈现巨大差异(Ma et al., 2002b)。这一观点还有待于通过进一步的研究加以证实。

鸟类在崇明东滩的分布表明：捕鱼港及其周围区域是鸻形目鸟类重要的栖息地。这与 1996 年的调查结果是一致的。滩涂是鸻形目鸟类最为适宜的栖息地，随着崇明东滩的进一步围垦和开发，大面积的滩涂区域将被水产品养殖塘、农田、蔬菜种植园区等土地利用类型所代替。这将直接导致鸻形目鸟类栖息地的丧失。捕鱼港区域是崇明东滩滩涂淤长速度最快的区域，目前每年淤积的宽度约 150 米。新生的滩涂为鸻形目鸟类创造了良好的栖息条件。

而在其他区域，滩涂的淤长速度较慢，目前滩面较窄。由于受到强烈的人类活动的干扰，鸻形目鸟类的种类和数量都较少。

对长江河口和杭州湾鸻形目鸟类的研究表明：鸻形目鸟类在北迁时期的持续时间大约比南迁时期要短 40 天，即：北迁时期从 3 月下旬到 5 月上旬，约 50 天，南迁时期从 8 月中旬到 11 月上旬，约 90 天(王天厚和钱国桢, 1988)。本研究表明，鸻形目鸟类不同迁徙时期的持续时间差异较小。在 3 月中旬，我们就能够记录到大量的鸻形目鸟类(如黑腹滨鹬：3220 只；环颈鸻：7880 只)。而到了 11 月上旬，在崇明东滩只能偶尔见到迁徙的鸻形目鸟类。因此，我们认为鸻形目鸟类在北迁和南迁时期的迁徙持续时间分别为 60 天和 80 天左右。另外，天气情况对鸻形目鸟类的迁徙也有一定的影响。

崇明当地居民对东滩鸻形目鸟类的捕猎活动由来已久(黄正一等, 1993; Ma et al., 1998)。虽然有关部门采取了很多措施，但一直对捕猎活动起到有效的控制。在 2000 年秋季，在滩涂上经常可以见到捕猎鸻形目鸟类的猎户。他们用竹哨模仿鸻形目鸟类的叫声，用媒鸟将鸻形目鸟类引来，用翻网进行捕捉。大部分鸟类送到市场卖掉或直接送到饭店。根据调查，2000 年秋季在崇明东滩每天有 10-15 个捕猎者。这个数字略低于 1996 年在崇明东滩的捕猎人数(Barter et al., 1997c)。

2001 年春季以后，有关部门加大了对捕猎活动的监控和管理。管理人员经常到市场、饭店和滩涂进行检查，并加强对当地群众的宣传，专门走访猎户进行法律宣传和教育。同时，对市场上专门出售野生鸟类的一些摊位进行了取缔。这些措施对崇明东滩鸟类的非法捕猎活动起到了有效的控制作用。在 2001 年春季，在滩涂上仅偶尔发现有少数非法捕猎者。这表明当地政府的对非法猎捕鸟类的控制起到了决定性的作用。随着崇明东滩鸟类保护区的发展及管理走向正轨，鸟类的非法猎捕活动可望得到根本的控制。

过度的围垦和开发活动对崇明东滩的潮间带造成了严重的影响。滩涂的宽度从 1990 年的 13 公里(黄正一等, 1993)下降到目前的 5 公里左右。由于潮间带为鸻形目鸟类的主要觅食地，滩涂宽度的减少对鸻形目鸟类有着严重的影响。据估计，崇明东滩在迁徙期间停歇的鸻形目鸟类数量从 90 年代初期的一百万只下降到目前不到 20 万只。

2001 年春季，我们发现滩涂上的一些人在滩涂上的捕鱼港及周边区域种植互花米草 *Spartina alterniflora*。互花米草在我国为外来植物，它原分布于美洲大陆，由于其具有促进滩涂淤长，减缓潮水对堤坝的冲刷等左右，在 70 年代后期被引入我国。在 20 年的时间里，互花米草在我国北到辽宁，南到广东、广西的沿海滩涂都有分布。然而，近年来，互花米草表现出了强烈的入侵性，对沿海地区的生物多样性带来了严重的危害。目前还不清楚互花米草



对鸻形目鸟类及其栖息地的影响，但互花米草在崇明东滩可能对滩涂植被及底栖生物状况带来严重的影响。在 2001 年 10 月的调查发现，互花米草在崇明东滩已经成功定居。鸻形目鸟类主要觅食地为在滩涂潮间带的光滩区域。如果互花米草大面积扩散，必将通过栖息地的改变而对鸻形目鸟类带来严重的影响。有关内容亟待开展进一步的研究和监测。另外，随着三峡大坝的建设，对崇明东滩的泥沙沉积量可能发生变化。因此，对崇明东滩滩涂的动态变化进行长期监测，制定科学保护对策对鸻形目鸟类及其栖息地的保护具有重要意义。

## 二、潮汐作用对崇明东滩越冬白头鹤及其栖息地的影响\*

白头鹤(*Grus monacha*)为我国一级保护动物,世界易危鸟类(BirdLife International, 2001)。白头鹤的繁殖地主要分布于俄罗斯东部地区,在中国东北地区也曾发现白头鹤的繁殖地(李林, 1993; Li *et al.*, 2000)。另外,在蒙古北部可能也有其繁殖地(Meine and Archibald, 1996)。白头鹤的越冬地主要分布于日本、韩国和中国的长江中下游地区。日本东南部的出水(Izumi)是白头鹤最大的越冬地。根据 2000 年冬季的调查,有大约 11000 只白头鹤在此越冬(Simba Chan, 私人交流),约占世界野生白头鹤总数的 90%。另外,20 世纪中期在日本的八代(Yashiro)有数百只白头鹤越冬,但近年来数量急剧减少,目前仅为 20 只左右。20 世纪 90 年代初期,有数百只白头鹤在韩国的大丘(Taegu)附近越冬,但 1996 年之后就很少见到。顺天湾(Suncheon Bay)是目前白头鹤在韩国的唯一越冬地,越冬白头鹤的数量为 150 只左右(Bird Life International, 2001)。在中国,大约 1000 只白头鹤在长江中下游地区的湖泊、稻田和滩涂越冬。据估计,目前全世界野生白头鹤的总数约为 12000 只。

在繁殖期,白头鹤主要选择林木繁茂的沼泽地区营巢(Pukinskiy and Ilyinski, 1977)。而在冬季,白头鹤选择多种类型的栖息地。在日本的出水,白头鹤栖息在收获后的稻田中觅食(Ohsako, 1987; 1994);在八代,白头鹤在收获后的稻田及水塘边的开阔地觅食(Ohsako, 1994)。在韩国的顺天湾,白头鹤在夜晚主要栖息在海湾的滩涂上,而白天则在附近的农田活动(Cho, 1995)。在长江中下游地区,白头鹤主要在湖泊、河滩、稻田和滩涂上栖息:在升金湖,白头鹤常在湖滩上活动,有时也到附近稻田中觅食;在鄱阳湖,白头鹤主要在干涸的湖滩以及附近农田中觅食(BirdLife International, 2001);在东洞庭湖,它们主要在稻田、草滩和湖滩觅食(周海忠, 1991)。在龙感湖,白头鹤在冬季主要在积水、未耕种的稻田中觅食,在春季向北迁徙以前,它们主要在翻耕的稻田和附近草滩上觅食(胡鸿兴等, 1994)。在崇明东滩,它们在滩涂上活动(黄正一等, 1993)。

由于繁殖地主要位于人迹罕至的沼泽地区,白头鹤在繁殖期较少受到人类活动的干扰(BirdLife International, 2001)。然而,白头鹤在越冬期受到了人类活动的严重威胁,包括人类活动的直接干扰、农药及杀虫剂的使用所带来的环境污染以及由于湿地的围垦和开发所造成的栖息地丧失和退化等(Meine and Archibald, 1996; BirdLife International, 2001)。随着自然湿地的迅速丧失和质量的急剧下降,目前,在大部分越冬地,白头鹤都对人工湿地或/及人工投

\* 本章相关内容已投送 Ecological research.

喂的食物产生了很大的依赖性(Ohsako, 1994; Meine and Archibald, 1996)。而在崇明东滩,白头鹤在整个越冬期基本上都是在自然滩涂湿地上活动。也就是说,崇明东滩是目前白头鹤唯一的一处基本保持自然湿地特征的越冬地(敬凯等, 2002),在白头鹤的研究与保护上具有重要的作用。

然而,白头鹤在崇明东滩的越冬地也受到了人类活动的强烈干扰,目前正面临着大规模的围垦和开发活动所造成的栖息地丧失的威胁。仅在 20 世纪 90 年代,崇明东滩围垦的土地面积达 200 平方公里。2001 年冬季,当地政府对崇明东滩进行了再次围垦。这对白头鹤及其栖息地带来了严重的影响。目前由于缺乏对崇明东滩越冬白头鹤及其栖息地的研究,很难对围垦和开发活动对白头鹤的影响做出科学的评价,并为白头鹤制定有效的保护对策。因此,对崇明东滩白头鹤及其栖息地的研究具有重要的意义。

崇明东滩位于长江入海口。与白头鹤的其他越冬地相比,崇明东滩受到潮汐作用的强烈影响。为了了解潮汐作用对白头鹤的栖息地和生态习性的影响,2000 年和 2001 年冬季,对崇明东滩的白头鹤及其栖息地进行了研究。本研究的目的在于:

- 1 了解崇明东滩白头鹤的越冬栖息地特征;
- 2 分析潮汐作用对白头鹤及其栖息地的影响;
- 3 解释白头鹤在崇明东滩仅选择自然滩涂湿地的原因。

## 研究方法

白头鹤每年 10 月底来到崇明东滩越冬,次年 3 月末离开,在崇明东滩的停留时间为 150 天左右。野外调查工作在 11 月到次年的 3 月进行。

由于受到潮汐的影响,在滩涂上的调查工作主要是在小潮和大潮的低潮期进行。在滩涂上海三棱藨草的内带和外带各随机选取 30 个 0.5m\*0.5m 的样方,对海三棱藨草的高度、盖度、球茎的平均重量、球茎的总重量及球茎的埋藏深度进行测量。

在 98 年修建的堤坝上(没有特别说明,本章提到的堤坝均指 1998 年修建的堤坝)观察白头鹤的日活动行为。为了对滩涂上活动的白头鹤进行准确的定位,采用类似无线电遥测的方法(郑光美,1995):首先根据野外调查和航片(1999 年资料)画出研究地点的草图。在堤坝上每隔 2 公里左右确定一个观察点,并用 GPS 进行定位(GPS 12XL, GARMIN International, Kansas, USA)。在两个观察点同时利用指北针确定滩涂上每群白头鹤的方向,同时,在草图上记录每群白头鹤的数量并标出大体位置。本研究对白头鹤的集群定义为在 1 分钟内一直保持在 10 米以内距离的两只或多只白头鹤。

从 11 月到次年 3 月,每隔 8-10 天进行一次全天观察,观察时间从 7:00

到 16:00, 每隔 1 小时对白头鹤的集群大小和位置记录一次。在堤坝上选择不同的观察点以确保两不同观察点所记录的角度差值在  $60^{\circ}$ - $120^{\circ}$  之间, 以提高结果的精确度。另外, 对白头鹤的夜宿地状况进行了调查。

根据同一时间在不同观察点记录的数据, 结合观察点的位置和两个观察点之间的距离, 利用几何方法确定每一群白头鹤在滩涂上的准确位置和它们与堤坝之间的距离(郑光美, 1995)。根据潮汐表, 确定每日不同时刻的潮汐高度。按照潮汐的高度, 将潮汐分为大潮和小潮: 在一个潮汐周期中, 最高的潮汐高度高于 3 米定为大潮; 最高的潮汐高度小于 3 米定为小潮。采用回归分析确定在大潮和小潮期间潮汐作用对白头鹤觅食地选择的影响。

根据白头鹤的觅食痕迹, 确定白头鹤觅食地的具体位置。研究表明, 海三棱藨草的球茎为白头鹤在崇明东滩的主要食物(黄正一等, 1993; 敬凯等, 2002)。在白头鹤的每一处觅食地, 随机选取 4 个海三棱藨草的球茎, 测量其在滩涂上的埋藏深度, 取平均值作为该觅食地食物的埋藏深度。同时, 随机选择 4 个白头鹤的取食痕迹, 对白头鹤在滩涂上的取食深度进行测量。取平均值作为白头鹤在该觅食地的取食深度。另外, 测量觅食地与附近最近的潮沟之间的距离, 以分析潮沟对白头鹤觅食地选择和觅食行为的影响。根据白头鹤觅食地距离潮沟的距离, 将白头鹤的觅食地分为 5 组: a 位于潮沟边缘; b 距潮沟的距离小于 50 米; c 距潮沟的距离为 50-100 米; d 距潮沟的距离为 100-200 米; e 距潮沟的距离在 200 米以上。比较觅食地的数量、球茎的埋藏深度以及觅食地和潮沟的距离之间的关系。

白头鹤的集群可分为家族群和混合群两种。家族群是由成年鹤和幼年鹤组成, 集群大小一般为 3-4 只(两只成年鹤和 1-2 只幼年鹤。另外, 偶尔可见到没有幼年鹤的家族); 混合群由家族群、未成年鹤以及孤鹤组成(孤鹤在滩涂上很少见到)。按照个体的数量将白头鹤的集群分为四种类型: 大型: 集群中的个体数量在 30 只以上; 中型: 集群中的个体数量在 11-30 只; 小型: 集群中的个体数量在 5-10 只; 家族群: 集群中的个体数量为 2-4 只。由于单只的鹤在滩涂上很少见到, 因此在统计时不予考虑。计算在不同的潮汐高度, 白头鹤不同集群大小所占的百分比, 以分析潮汐对白头鹤集群大小的影响。

利用方差分析比较海三棱藨草内带和外带的植被特征差异。通过回归分析比较白头鹤觅食地距堤坝的距离和潮汐高度之间的关系。有关数据分析在 SPSS for Windows 10.0 上进行。

## 结果

### 海三棱藨草群落

方差分析表明, 在植被高度、盖度、球茎的总重量以及球茎的埋藏深度等

特征上，海三棱藨草内带和外带具有显著的差异(表 2.1)。与海三棱藨草外带相比，内带植被的高度显著增加，盖度增大，在内带生长的球茎在数量和总重量也明显高于外带的球茎。在单个球茎的平均重量上，内带和外带没有显著差异。

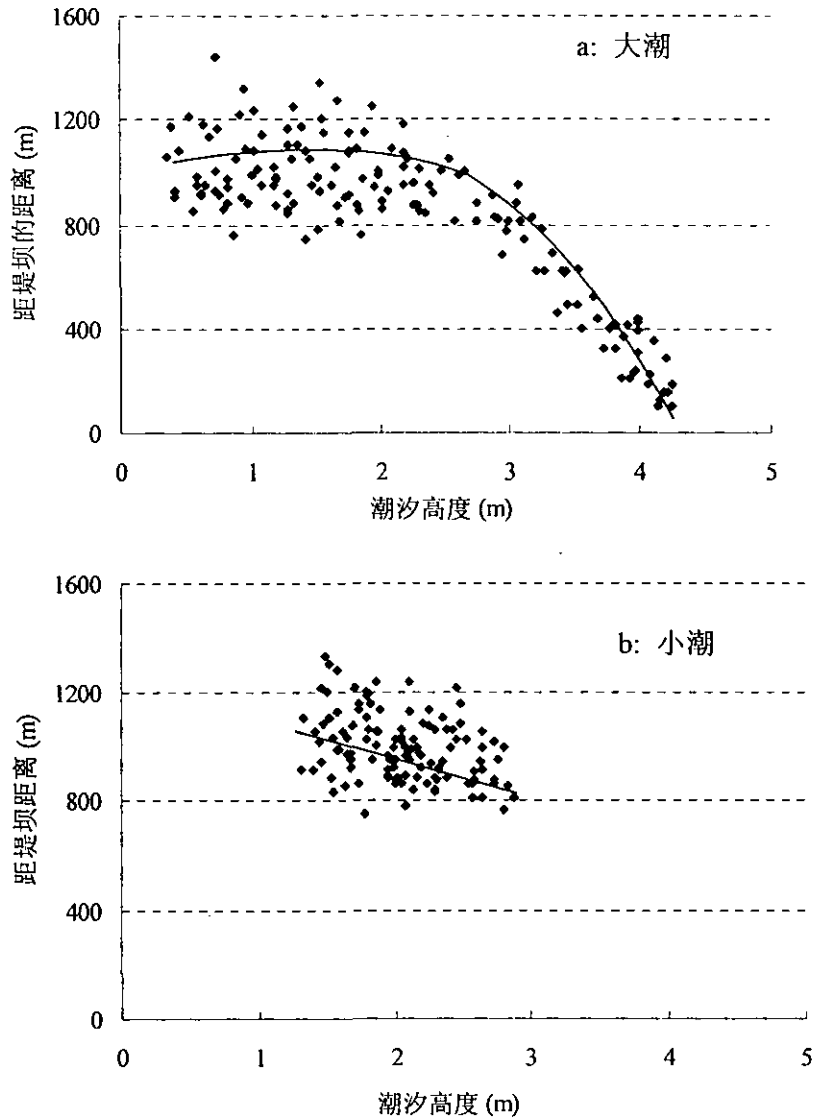
表 2.1 海三棱藨草内带和外带植被特征的比较(平均值±标准差, n=30)。  
Table 2.1 Comparison of the characteristics of *S. mariqueter* communities between the inner and outer zone on the tidelands (means ± S.E., n=30).

	内带 Inner zone	外带 Outer zone	P
植被高度 Plant height (cm)	41.8±4.9	36.6±3.9	<0.001
植被盖度 Plant coverage (%)	69.8±7.9	39.2±5.1	<0.001
单个球茎重量 Weight of single corm (g)	0.267±0.046	0.276±0.034	0.392
球茎数量 Number of corms (/m <sup>2</sup> )	919.9±132.4	504.8±36.9	<0.001
球茎总重量 Total weight of corms (g/m <sup>2</sup> )	245.7±57.7	139.3±20.8	<0.001
球茎埋藏深度 Depth of corms in soil (cm)	28.1±7.3	15.2±6.8	<0.001

注：表中的重量均为湿重。

#### 潮汐作用对白头鹤觅食地选择的影响

2000 年冬季在崇明东滩共记录到白头鹤 138 只。白头鹤的觅食地主要位于崇明东滩的东南部，即东旺沙和团结沙交界处的周围区域(见图 0.1)。在低潮期间(包括小潮和大潮的低潮期间)，大约 90%的白头鹤在距堤坝约 800-1200 米的地方活动(图 2.2)。这表明，该区域是白头鹤的主要觅食地。然而，在涨潮期间，随着潮汐高度的增加，白头鹤逐渐向堤坝方向(即滩涂高程升高的方向)移动。在大潮的最高潮(潮汐高度约 4.2 米)，大部分白头鹤在距堤坝仅 100 米左右、地势较高的滩涂上活动。在退潮期间，随着潮汐高度的降低，白头鹤又逐渐向远离堤坝的方向移动。



拟合方程为: a)  $y = 1011.3 - 11.1x + 43.3x^2 - 21.5x^3$ ,  $n=155$ ,  $R^2 = 0.84$ ,  $P < 0.0001$ ; b)  $y = 1219.38 - 111.53x$ ,  $n=119$ ,  $R^2 = 0.13$ ,  $P < 0.001$ .

图 2.2 大潮(a)和小潮(b)期间白头鹤的觅食地距堤坝的距离  
Fig. 2.2 The roosting sites of *G. monacha* and their distance to the dyke at spring tide (a) and neap tide (b)

回归分析表明, 潮汐高度对白头鹤觅食地的选择具有显著的影响(图 2.2)。

白头鹤随着潮汐高度的变化有规律地改变其觅食地。这种现象在大潮时期更为明显(大潮时期： $R^2 = 0.84$ ；小潮时期： $R^2 = 0.13$ )。

### 潮水的冲刷作用对白头鹤觅食地选择的影响

在崇明东滩共记录到 148 处白头鹤的觅食地。尽管白头鹤在大潮的高潮期间在海三棱藨草的内带活动，但根据白头鹤在滩涂上的觅食痕迹，几乎所有的觅食地(3 个除外)都是在海三棱藨草的外带记录到。随着距潮沟距离的增加，白头鹤觅食点的数量逐渐减少。超过 60% 的觅食地位于潮沟的边缘，仅有不到 10% 的觅食地位于距离潮沟 100 米以外的区域。潮沟附近海三棱藨草球茎的埋藏深度比距离潮沟较远处海三棱藨草球茎的埋藏深度要浅(图 2.3)。在潮沟边缘，很多球茎直接暴露在滩涂的表面。

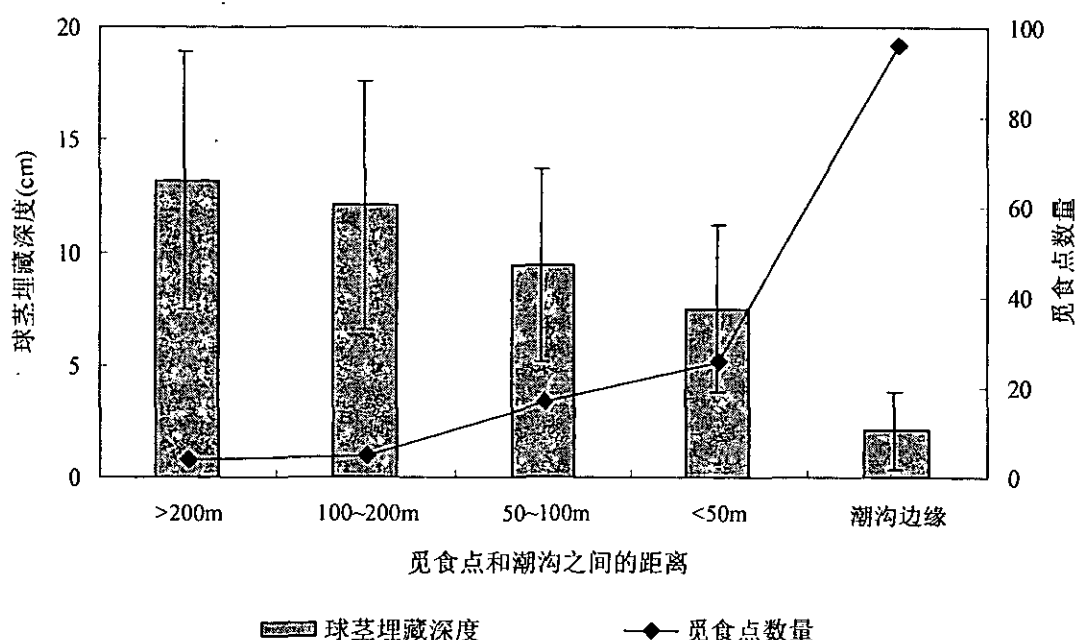


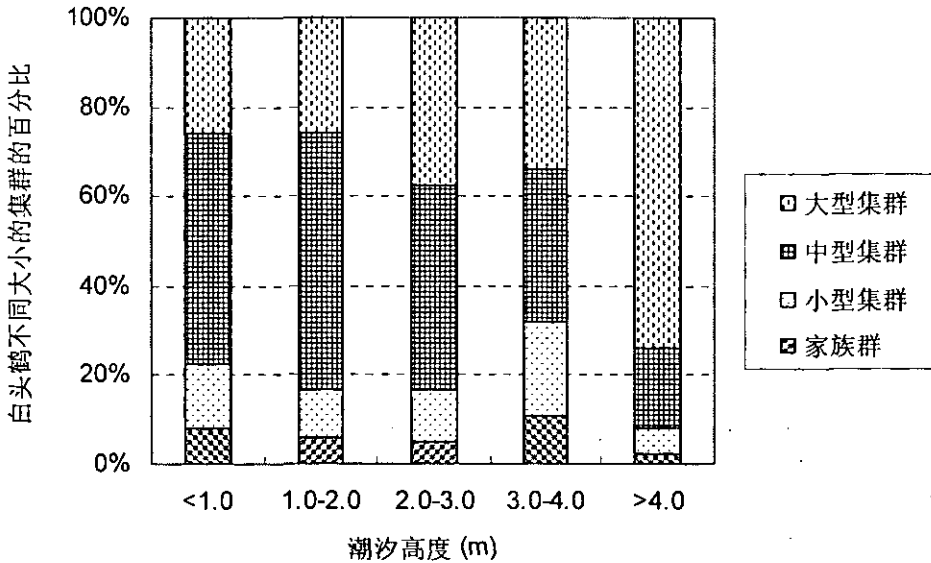
图 2.3 海三棱藨草的球茎在滩涂上的埋藏深度、觅食点的数量以及白头鹤的觅食地和最近潮沟之间的距离(n=148)

Fig. 2.3 Depth of corms in soil and number of crane's foraging sites at different distance to tidal creeks (n=148)

### 潮汐作用对白头鹤集群大小的影响

在滩涂上，白头鹤的集群大部分为混合群。在小潮和大潮的低潮期间，白头鹤在海三棱藨草的外带及潮沟边缘觅食，集群多为中等大小(11-30 个个体)。当潮汐的高度超过 4 米的时候，几乎所有的滩涂都被潮水淹没。这时，白头鹤

一般集为 2-3 个大群(超过 40 只个体)(图 2.4)。它们多在距离堤坝较近的地势稍高的区域活动。在退潮期间，随着潮水逐渐退去，滩涂逐渐暴露出来，白头鹤也逐渐远离堤坝，飞到海三棱藨草的外带觅食，它们的集群也恢复原来的大小。在整个冬天，混合群都是白头鹤的主要集群形式，没有发现白头鹤表现出领域行为。



大型集群：>30 只个体；中型集群：11-30 只个体；小型集群：5-10 只个体；家族群：2-4 只个体。

图 2.4 不同潮汐高度白头鹤的集群组成

Fig. 4. *G. monacha* flocks of different size at different heights of tide. The legends showed the number of the cranes for flocks of different sizes.

### 白头鹤的夜宿地

傍晚，白头鹤在滩涂上集成大群后一起飞向夜宿地。夜宿时，白头鹤一般也集中为 1-2 个大群。2000-2001 年冬季，白头鹤的夜宿地位于堤坝内的东旺沙和团结沙交界处。该区域被围垦后还没有进行开发，堤坝成为潮水的屏障，使白头鹤的夜宿地不受潮汐作用的影响而保持稳定的环境条件。白头鹤的夜宿地为芦苇杂草滩中的空地，周围有浅水覆盖，人类和其他动物都很难接近。另外，有时候受到附近人类活动的干扰，白头鹤在崇明东滩东南部团结沙区域靠近 98 堤坝的芦苇群落中夜宿。由于该处夜宿地位于靠近 98 大堤的地势稍高处，潮汐作用的影响也较小。芦苇为白头鹤的夜宿提供了良好的隐蔽条件。



2001-2002 年冬季, 98 堤内的芦苇杂草滩被开发为水产品养殖塘, 而 98 堤外的团结沙区域正在进行围垦, 白头鹤的夜宿地受到了严重的干扰和破坏。白头鹤转移到东旺沙东南部靠近堤坝的区域夜宿。2002 年 1 月后, 为了捕猎水产品, 堤坝内水产品养殖塘中的水被逐渐放干, 白头鹤有时也到 98 堤坝内的水产品养殖塘中夜宿。

## 讨论

在过去的几十年间, 由于全球气候变化及人类活动的影响, 自然湿地在全球范围内受到了严重的威胁(Turner *et al.* 2000)。大面积的自然湿地迅速丧失或退化, 人工湿地已逐渐成为湿地的主要类型(陆健健, 1990; Kennish, 2001; Tourenq *et al.*, 2001)。像其他水鸟一样, 白头鹤大部分的越冬地受到了严重的破坏, 白头鹤在冬季很难找到适宜的自然湿地作为其栖息地, 因此对人工湿地或人工投食产生了强烈的依赖性。在崇明东滩的研究表明, 白头鹤在白天都是在滩涂上活动。也就是说, 白头鹤在崇明东滩仍将自然湿地作为其主要的栖息地。然而, 目前崇明东滩的自然滩涂湿地也面临着滩涂围垦的威胁。如果不能有效地保护这一处自然湿地, 白头鹤的最后一处自然湿地也将迅速消失。

很多研究表明, 潮汐作用对生活在滩涂上的小型或中型水鸟的栖息地或活动行为具有强烈的影响(e.g. Fox & Mitchell, 1997; Straw, 1997; Tiedemann & Nehls, 1997)。然而, 潮汐作用对大型水鸟的影响未见报道。本研究结果表明: 由于滩涂是白头鹤的主要栖息地, 且潮汐作用对白头鹤的主要食物及取食条件具有强烈的影响, 因此潮汐作用对白头鹤具有很大的影响, 这与白头鹤在其他越冬地的情况不同。

白头鹤以植物性食物为主。在繁殖期, 它们的主要食物为林地中的浆果、一些植物的花和嫩芽以及莎草的果实等。另外, 它们的食物还包括一些的动物性食物, 如青蛙、火蜥蜴以及软体动物和昆虫的幼虫等(Pukinski and Ilyinski, 1977; Fujimaki *et al.*, 1989)。在迁徙期, 它们的主要食物为小麦、谷物和荞麦等农作物以及少量的无脊椎动物(赵延茂和宋朝枢, 1995; BirdLife International, 2000)。在冬季, 白头鹤选择多种栖息地类型, 它们的食物种类也各不相同: 在日本的出水和八代, 白头鹤栖息在收获后的稻田中, 它们主要取食撒落在地上的稻谷。另外, 人工投喂的食物(稻谷、小麦、玉米和泥鳅等)也是白头鹤的主要食物来源(Ohsako, 1987; BirdLife International, 2001)。在韩国的顺天湾, 白头鹤在滩涂和附近的农田中觅食, 它们的主要食物是稻谷以及滩涂上的底栖动物(Cho, 1995)。在中国的长江中下游地区, 白头鹤的主要食物是水生植物和农田中的稻谷: 在升金湖, 白头鹤取食湖滩上苦草(*Vallisneria spiralis*)的根部; 鄱阳湖, 白头鹤主要取食莎草的根和茎以及附近

农田中的稻谷和小麦(BirdLife International, 2001); 在东洞庭湖, 它们取食蛤、稻谷、蜗牛以及幼嫩的根部(周海忠, 1991)。在龙感湖, 它们在冬季主要取食稻田中散落的稻谷, 到了春季, 它们主要取食狗牙根 *Cyodon dactylon* 的根部(胡鸿兴等, 1994)。而在崇明东滩, 它们的食物是滩涂上海三棱蔗草的地下球茎(黄正一等, 1993; 敬凯等, 2002)。这些资料表明, 尽管白头鹤也吃少量的动物性食物, 但它们主要以植物性食物为主。

海三棱蔗草的球茎为崇明东滩越冬的白头鹤提供了丰富的食物来源。在崇明东滩, 海三棱蔗草的分布面积约为 20 平方公里, 即使按照每平方米滩涂面积海三棱蔗草球茎的重量为 150 克(湿重)计算, 崇明东滩海三棱蔗草球茎的总量可达 3000 吨。然而, 本研究表明, 尽管崇明东滩白头鹤的食物资源非常丰富, 但由于大部分区域(特别是海三棱蔗草的内带)海三棱蔗草的球茎埋藏较深, 白头鹤无法取食。对白头鹤觅食地的调查表明, 白头鹤的平均取食深度为  $6.33 (\pm 2.29)$  厘米。这个深度比海三棱蔗草内带球茎的埋藏深度( $28.1 \pm 7.3$ cm)要浅得多, 即使与海三棱蔗草外带球茎得埋藏深度( $15.2 \pm 6.8$ cm)相比, 白头鹤能够取食得深度还是较浅(表 2.1)。由于潮水频繁的冲刷作用, 位于潮沟边缘的海三棱蔗草球茎暴露在滩涂表面或仅埋藏在浅层, 因此白头鹤能够便利地取食潮沟附近海三棱蔗草的球茎。这表明: 潮水的冲刷作用对白头鹤的觅食活动是非常重要的, 可以节省白头鹤觅食所花费的时间, 提高取食效率。对白头鹤觅食点的研究也表明, 白头鹤 60% 的觅食点都位于潮沟的边缘。我们认为, 这也是白头鹤在崇明东滩为什么只选择自然滩涂湿地作为其觅食地的原因。在其他越冬地, 由于没有潮水的冲刷作用, 白头鹤必须挖掘埋藏在地下的食物(如: 在升金湖, 白头鹤取食苦草的根部; 在鄱阳湖, 白头鹤取食莎草的根部; 在龙感湖, 白头鹤取食狗牙根的根部)。由于取食植物的地下部分较为不便, 在这些越冬地, 白头鹤或多或少的依靠附近稻田(人工湿地)中散落的稻谷作为其部分的食物来源(赵学刚, 1992; 胡鸿兴等, 1994; 雷刚等, 1997; 赵金生和吴建东, 1999)。而在崇明东滩, 白头鹤仅依靠滩涂(自然湿地)上的海三棱蔗草球茎为食。

对在日本越冬白头鹤集群的研究表明: 白头鹤倾向于以家族集群的形式活动。特别是在越冬早期, 当仅依靠野外自然的食物资源的时候, 白头鹤表现出明显的领域行为(Eguchi *et al.*, 1993)。对崇明东滩越冬白头鹤的研究表明, 白头鹤在冬季倾向于聚成较大的集群。尽管在整个冬季白头鹤都仅依靠自然食物来源, 但没有发现白头鹤的领域行为。我们认为, 这有两方面的原因: 第一, 滩涂上食物资源和取食条件的不均匀分布使白头鹤更容易形成大的集群。海三棱蔗草外带或潮沟边缘的区域为白头鹤的觅食活动提供了便利的条件, 因此白头鹤常在这些区域形成大的集群。第二, 滩涂上的周期性的潮汐作用影响着白

头鹤栖息地的可利用程度。在大潮期间，大部分滩涂被潮水淹没，白头鹤被迫转移到海三棱藨草内带地势较高的区域活动。由于这时滩涂上可利用的栖息地面积很小，白头鹤在这些区域形成大的集群。

崇明岛位于长江入海口，其南侧和北侧是长江入海的主要水道。由于崇明岛南侧和北侧的水流速度较快，泥沙很难在此处淤积。因此，崇明岛的南侧和北侧的淤积速度较慢，而快速的水流也使海三棱藨草的球茎和种子难以在此定居。在崇明岛的东部，水流的速度较缓，该处涨潮时潮水的流速(0.56m/s)高于落潮时潮水的流速(0.39m/s) (黄正一等, 1993)。这使得长江夹带得泥沙在崇明岛东部不断淤积。新形成得滩涂和缓慢得水流为海三棱藨草球茎和种子的定居提供了良好的条件。因此，大面积的海三棱藨草群落仅分布于崇明东滩的东部。这也是白头鹤在崇明岛仅选择崇明东滩的原因。

尽管崇明东滩的面积超过 100 平方公里，本研究表明白头鹤仅在崇明东滩的东南部面积约为 10 平方公里的区域活动。在整个 2000-2001 年冬季，白头鹤的觅食地都保持比较稳定的状态。尽管海三棱藨草在崇明东滩的其他区域也有分布，但在崇明东滩的其他区域没有发现白头鹤的觅食地。我们认为，白头鹤仅在崇明东滩的东南部觅食主要是因为其他区域的人类活动干扰(如：捕捉蟹类、鱼类、底栖动物及鳗鱼苗等)较强所造成的。白头鹤对人类活动的干扰非常敏感。当人和白头鹤之间的距离为 200 米左右的时候，白头鹤便被惊飞。惊飞后的白头鹤并没有远离其觅食地，飞行一段距离后，便在附近滩涂降落。这也暗示着崇明东滩白头鹤适宜的栖息地面积非常有限。当政府部门在未来制定新的滩涂开发和围垦计划时，必须考虑对白头鹤及其栖息地的影响。

近年来，由于对滩涂进行大规模的过度围垦，对海三棱藨草群落带来了严重的影响，同时也对白头鹤带来了影响。1998 年在崇明东滩修建的堤坝使海三棱藨草内带和部分外带被围垦到堤坝以内。由于缺少潮汐作用，芦苇、白茅等植物迅速取代了海三棱藨草。同时，位于堤坝外的滩涂不能为白头鹤提供足够的栖息地。据当地居民介绍，在大潮期间，白头鹤经常到堤坝内活动，有时会到附近闲耕的麦地中觅食。随着滩涂的不断淤长，滩涂上海三棱藨草的分布区域不断扩大，滩涂上白头鹤的栖息地面积也不断扩大。在我们 2001 年冬季的调查中，我们没有发现白头鹤到堤坝内的麦地中觅食。

研究结果表明：海三棱藨草外带是白头鹤的主要觅食地。在大部分时间，白头鹤都在外带活动。另外，在大潮的高潮期间，当海三棱藨草外带被潮水淹没时，白头鹤便转移到海三棱藨草的内带活动。尽管大部分白头鹤的觅食痕迹都是在海三棱藨草外带记录到，但在大潮的高潮期间同样观察到白头鹤在海三棱藨草内带的潮沟附近觅食。我们认为，可能是潮水的冲刷消除了白头鹤在内带的觅食痕迹。这暗示着海三棱藨草内带是白头鹤在大潮期间的重要觅食地。

因此，在制定白头鹤的保护对策时，不仅要考虑保护海三棱藨草外带，同时也要对海三棱藨草内带加以保护。目前，在大潮期间，白头鹤的栖息地距离堤坝仅 100 米左右的距离。如果短时间内对滩涂进行再次围垦，将对白头鹤带来严重的影响。只有当滩涂淤长到一定的宽度时，才可以考虑对滩涂进行适当规模的围垦。这样，才能够为白头鹤保留足够的栖息地。

不幸的是，2001 年冬季，当地政府对崇明东滩东南部的团结沙进行了再一次的围垦，围垦滩涂面积为 6 平方公里(图 0.1)。根据 2000 年冬季的调查，该区域是白头鹤的重要觅食地和夜宿地。由于围垦区域外围的滩涂淤长速度缓慢，该区域的滩涂在短时间内将难以恢复。围垦活动不仅对白头鹤的正常活动带来了严重的干扰，也使白头鹤在崇明东滩的可利用栖息地面积进一步减少。

另外，外来植物：互花米草 *Spartina alterniflora* 近年来在我国沿海滩涂地区的分布区域迅速扩大。互花米草是一种滩涂草本植物，原产于美国东海岸。由于它具有耐碱、耐潮汐淹没、繁殖力强、根系发达等特点，互花米草曾被认为是保滩护堤、促淤造陆的最佳植物。1979 年被引入我国后，经过人工种植和自然扩散，目前在北起辽宁南到广东的沿海 80 多个县市的滩涂地区均有分布。崇明东滩也受到了互花米草的影响。崇明东滩最初出现互花米草的区域为北八滙和东旺沙的北部，呈斑块状分布于滩涂。据当地群众介绍，该区域的互花米草可能是随着水流从江苏的启东等沿海地区传播而来的。但在 2001 年 5 月，我们发现有人在崇明东滩的东旺沙区域人工种植互花米草。2001 年底，人工种植的互花米草在崇明东滩已经成功定居，并有扩散的趋势。目前，还不清楚互花米草的扩散对崇明东滩的海三棱藨草等植物的影响。如对崇明东滩的滩涂生态系统造成严重的破坏，将给白头鹤等湿地鸟类带来严重的威胁。因此，亟待开展有关崇明东滩互花米草的入侵生态学的研究，在必要的时候，对互花米草进行根除，保护滩涂的自然生态系统免受外来植物入侵的破坏。

### 三、崇明东滩自然湿地与人工湿地鸟类群落特征的比较\*

湿地是指天然或人工、永久性或临时性的沼泽、湿原、泥炭地或水域地带，带有静止或流动的淡水、半咸水或咸水，包括低潮时不超过6米的水域。所有的湿地都有一个共同特点，它们都至少偶尔被水覆盖或充满了水。湿地有着重要的生态价值和经济价值，是自然保护的主要对象。湿地是野生生物良好的栖息地，是生物多样性丰富的地区。湿地还具有净化水源、蓄洪抗旱、促淤保滩、提高空气湿度、调节气候等功能，对维护区域生态平衡具有重要的作用。

随着人类活动范围和活动强度的不断加强以及环境的变化，全球范围的自然湿地都受到了严重的威胁(Turner et al., 2000; Froneman et al., 2001)。特别在过去的几十年中，大面积的自然湿地受到了严重的破坏。自然湿地的破坏主要有三种形式：一种为自然湿地完全丧失，如随着城市化的扩张，湿地被排干，以及湿地变为旱田等；一种为湿地质量的下降，如水体的污染及水文特征的变化；另一种为自然湿地变为人工湿地，即湿地的结构和功能发生变化，但仍保持着湿地生态系统的特征(Tourenq et al., 2001)。

近年来，随着自然湿地的不断减少，人工湿地成为主要的湿地类型。很多研究对自然湿地和人工湿地的特征进行了比较(例如：Ogden, 1991; Streever et al., 1996; Delaney et al., 2000)。由于湿地鸟类是湿地重要性及湿地质量评价的重要指标种(Frazier, 1996; Kingsford, 1999)，湿地鸟类是湿地动物区系研究的主要对象(例如：Ogden, 1991; Streever et al., 1996; Duncan et al., 1999; West et al., 2000)。大多数的研究表明：人工湿地不仅是鸟类在迁徙期和越冬期的适宜栖息地(例如，Hobaugh et al., 1989; Elphick and Oring, 1998; Guillemain et al., 2000)，甚至在鸟类的繁殖期也可为其提供适宜的繁殖场所(Ogden, 1991; Hohman et al., 1994; Acosta et al., 1996; Lane and Fujioka, 1998)。而另一种观点认为：自然湿地对水鸟具有特殊的作用。与人工湿地相比，自然湿地中鸟类的种类和数量都更多。因此，自然湿地的作用不能完全被人工湿地所替代(Ma et al., 1999; Tourenq et al., 2001)。目前，有关争论还在继续。

这里介绍的是在长江入海口区域所进行的案例研究。该区域曾分布着大面积的湖泊，沼泽(包括季节性的沼泽)和滩涂等类型的自然湿地(陆健健, 1990)。同时，也是中国经济发展最快的地区之一。随着该区域开发程度的不

\* 本章相关内容已投送 Biodiversity and Conservation.

断增加,当地的自然湿地也受到了严重的威胁(Scott, 1989):一些自然湿地随着被围垦、开发为旱田和城市的扩张而消失;一些自然湿地的水体及周边环境受到污染,湿地质量下降;一些自然湿地被转变为人工湿地,如水稻田,水产品养殖塘,水库及灌溉沟渠(陆健健等, 1998)。由于水产养殖业具有较高的经济效益,长江中下游地区的水产养殖业在过去的十几年中发展很快,目前已成为该区域最重要的产业之一(Yang, 1998)。根据 2000 年的统计资料,位于长江入海口区域的崇明岛的水产品养殖塘的面积达到 105.1 平方公里,约占整个崇明岛面积的 10%(上海市统计局, 2001)。

崇明岛的面积约 1200 平方公里,为中国第三大岛,也是世界最大的冲积岛屿(黄正一等, 1993)。由于长江夹带的泥沙在崇明岛东部和北部区域不断淤积,崇明岛不断向东扩展。目前,在崇明东部滩涂(东滩)淤长速度最快的地段,每年向东延伸约 150 米。泥沙的淤积使崇明岛每年增加约 5 平方公里的土地面积。同时,政府部门通过修建堤坝对滩涂进行围垦,以获得更多的土地资源。尽管滩涂不断淤长,围垦的速度远远高于滩涂自然淤长的速度。从 20 世纪 90 年代至今,经过 10 年来的多次围垦,约有 200 平方公里的土地被围垦开发。崇明东滩的宽度从 1990 年的 13 公里减少为目前的 5 公里左右(黄正一等, 1993; 敬凯等, 2002)。最近的一次大规模围垦是在 1998 年,约 66 平方公里的滩涂面积被围垦。目前,大部分围垦的土地被开发为水产品养殖塘(鱼塘和蟹塘)。

崇明东滩位于水鸟东亚-澳大利亚迁徙路线的中点,是鸟类迁徙重要的中途停歇点和恶劣气候条件下的紧急庇护所(Barter et al., 1997)。另外,崇明岛也是水鸟重要的越冬地,一些珍稀濒危鸟类,如白头鹤,小天鹅也在此越冬(郑光美和王岐山, 1998)。据统计,每年迁徙和过境的鸟类数量约为一百万只(黄正一等, 1993)。崇明东滩对鸟类的保护具有重要意义。

不幸的是,崇明东滩的过度围垦开发造成了自然湿地的迅速丧失。目前,崇明东滩的自然湿地主要位于 98 年修筑的大堤以外,总面积约 100 平方公里。随着将来对滩涂的进一步开发,人工湿地将是东滩的主要湿地类型。随着自然湿地被人工湿地所取代,相关的问题也提出来:在鸟类保护的功能上,人工湿地是否可代替自然湿地?本研究以崇明东滩的滩涂作为自然湿地的代表,以围垦后开发的水产品养殖塘作为人工湿地的代表,通过比较不同季节自然湿地与人工湿地鸟类群落中水鸟的种类、数量及季节变化来分析自然湿地和人工湿地的鸟类群落特征,以期对崇明东滩鸟类资源的保护提供科学的依据。

## 研究地点及研究方法

### 研究地点

研究地点为崇明东滩东旺沙区域 98 年修筑的堤坝以外的自然滩涂和该堤坝内的水产品养殖塘(见图 3.1)。

崇明东滩位于长江入海口，滩涂区域受到潮汐作用的强烈影响。崇明东滩每日有两个涨潮和落潮过程。小潮的时候，滩涂上未被水淹没区域的宽度约为 1.5 公里，当大潮的高潮时，几乎所有的滩涂区域都被潮水淹没。这时，大部分在滩涂上活动的鸟类停留在靠近堤坝地势稍高的地方，一些鸟类飞到堤坝内栖息。在小潮期间，当地居民和外来人员常在滩涂上进行放牧，捕蟹，捉鱼和贝类以及捕捉鳗鱼苗等活动。

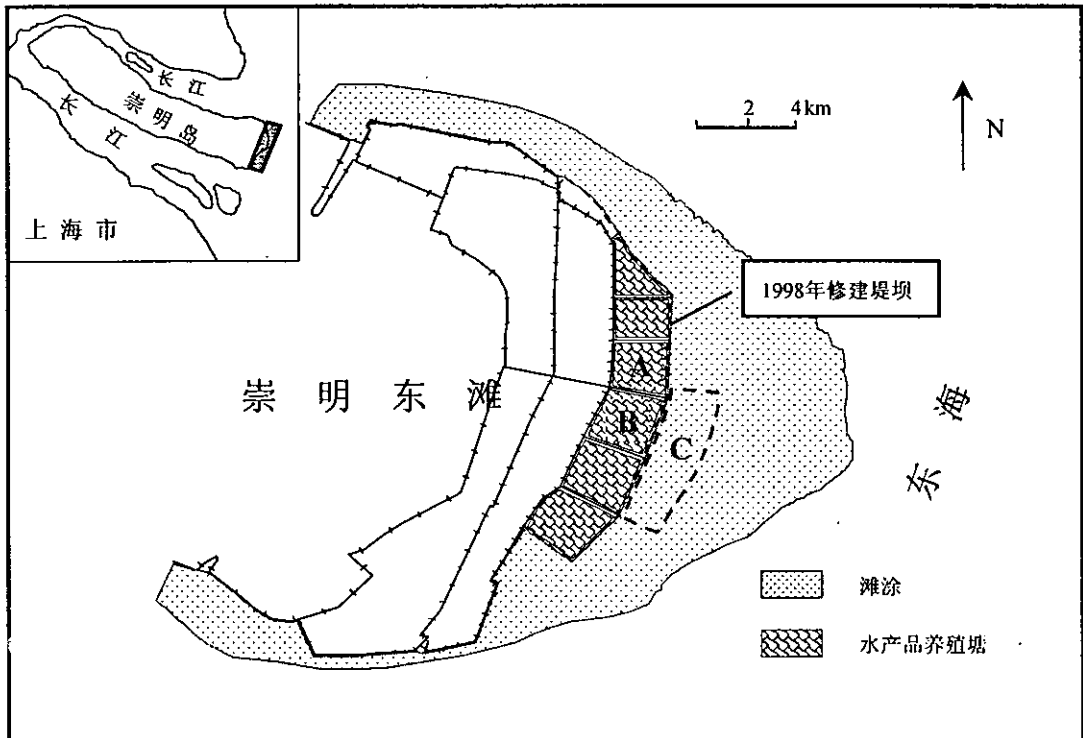


图 3.1 研究地点位置图。左上角所示为崇明东滩在长江口的位置。A 和 B 为选择的水产品养殖塘(人工湿地)，C 为滩涂(自然湿地)。

Fig. 3.1 The location of study area. Inner map at the top left corner showed the study area in the estuary of the Yangtze River. Two blocks of aquacultural ponds (A and B) and one block of tidelands (C) were selected as representation of artificial and natural wetlands.

鱼类是水产品养殖塘的主要水产品。每年的三月前后，饲养人员从与长江河口相连的河道中将水引进水产品养殖塘后，将鱼苗投放到养殖塘中。从 4

月到10月的生长季节,水产品养殖塘中的水深保持在50-70厘米。到11月末,水塘中的水被排出去并开始收获鱼类。在整个冬季,部分水产品养殖塘被放干,仅在养殖塘的低洼处和河道中留有少量浅水,部分养殖塘仍保留较深的积水。在鱼类的生长季节,除了投喂饲料,水产品养殖塘中的干扰较少。

滩涂上的优势植物为海三棱藨草(*Scirpus mariqueter*)。在距离堤坝较远的地方为大面积的光滩。水产品养殖塘中的优势植物为芦苇(*Phragmites australis*),呈斑块状分布于塘中。滩涂上潮水的盐度受潮汐的影响有一定的波动,一般在 $0.3\text{ g l}^{-1}$ 以下(黄正一等,1993)。由于水产品养殖塘中的水是从与长江河口相连的河道中抽进来的,两种湿地类型中水的理化特征是相似的。

为了减少不同面积大小对鸟类群落的影响,选择面积相同的自然湿地和人工湿地进行研究。每种类型湿地的总面积为8平方公里(GPS 12XL 测量, GARMIN International, Olathe, Kansas, USA, 见图 3.1)。

### 水鸟调查

鸟类调查在晴朗的天气条件下进行,从2000年10月到2001年10月,每隔约15-20天调查一次。在滩涂和水产品养殖塘各调查了22次,其中在冬季各调查了7次,其他三个季节各调查了5次。每次调查大约从日出后的1小时开始,持续4-5小时。滩涂和水产品养殖塘分别在连续两天进行调查。根据Rose和Scott(1997)的“Waterfowl population estimates”对水鸟进行调查。在滩涂上进行调查时,在小潮期间和大潮的低潮期间,沿着潮沟步行,对水鸟进行记录;在大潮的高潮期间,由于潮水将滩涂几乎全部淹没,水鸟都被潮水驱赶到堤坝附近地势稍高的区域,可在堤坝上利用单筒望远镜对水鸟进行直接计数。对水产品养殖塘进行调查时,沿养殖塘四周的堤坝行走并对水鸟进行记录。另外,在视野开阔的堤坝上用单筒望远镜对水产品养殖塘观察5-10分钟。在调查时,记录水鸟的种类和数量。

在调查过程中,被惊飞的水鸟包括在记录中,在空中盘旋3分钟以上的水鸟(如鹭,鸥和燕鸥)也包括在记录中。但仅从调查区域上空飞过的水鸟不包括的记录中。由于沙锥在野外很难辨认,本研究将它们记录为一种水鸟。在崇明东滩鸟类的历史记录中,有四种沙锥,分别是扇尾沙锥 *Gallinago gallinago*, 针尾沙锥 *G. stenura*, 大沙锥 *G. megala* 和孤沙锥 *G. solitaria*(黄正一等,1993)。

### 数据分析

根据崇明东滩及附近周边地区鸟类的留居型(王天厚和钱国桢,1988;黄正一等,1993),四个季节的划分如下:春季(三月中旬到5月中旬),夏季(5



月中旬到8月中旬)，秋季(8月中旬到11月上旬)，冬季(11月上旬到3月中旬)。水鸟的种类和数量按照四个季节的划分进行统计。

由于在不同的环境条件不同，在不同类型的湿地中水鸟具有不同的被发现率(detectability)。因此，用野外调查记录到的水鸟种类直接进行分析将给结果带来一定的误差。为了减少水鸟的不同被发现率所带来的影响，本研究采用 COMDYN 模型(Hines et al., 1999)来比较滩涂和水产品养殖塘中水鸟的物种丰富度。COMDYN 模型及相关参数的描述见 Boulinier 等(1998)和 Nichols 等(1998)。物种丰富度的估计采用 jackknife estimator，即假定不同水鸟在不同类型的湿地中的被发现率是不同的(Burnham and Overton, 1978; 1979)。

本研究中的参数定义如下： $S_w$  和  $S_p$  分别为在滩涂和水产品养殖塘中水鸟的观察数量； $N_w$  和  $N_p$  分别是滩涂和水产品养殖塘中水鸟的估计数量； $\lambda$  为当不同栖息地中水鸟的被发现率有显著差异时，采用  $N_w/N_p$  计算出来的相对物种丰富度， $\lambda'$  为当不同栖息地中水鸟的被发现率没有显著差异时，采用  $S_w/S_p$  计算出来的相对物种丰富度； $B_w$  和  $B_p$  分别是仅在滩涂上和仅在水产品养殖塘中分布的水鸟种类的估计数量。

不同种类鸟类的多度也是鸟类群落特征的重要指标。本研究采用 Imogorov-Smirnov Z 检验(李春喜和王文林, 1997)来比较不同季节滩涂和水产品养殖塘中每种水鸟在多度上的差异。

有关数据的统计分析利用 SPSS 10.0 for windows 软件进行。

## 结果

### 水鸟的数量

整个调查过程中，在滩涂和水产品养殖塘总共记录到 78 种，120,113 只水鸟。其中，在滩涂记录到 100,667 只水鸟，占水鸟总数量的 83.8%，在水产品养殖塘记录到 19,446 只，占水鸟总数量的 16.2%。这说明与水产品养殖塘对比，水鸟更偏爱滩涂这种湿地类型。在不同的季节，水鸟的数量变化很大。(图 3.2 和表 3.1)：在滩涂上，春季记录到的鸟类数量最多，共计 85,061 只，约占在滩涂记录到鸟类总数量的 84.5%；在水产品养殖塘中，冬季记录到的鸟类数量最多，为 13,922 只，约占在水产品养殖塘记录到的鸟类总数量的 71.6%。另外，在春季和秋季，在滩涂上记录到的水鸟数量高于在水产品养殖塘中记录到的水鸟数量，而在夏季和秋季，在两种栖息地中记录到的水鸟数量相似(图 3.3a)。

表 3.1 崇明东滩不同季节滩涂和水产品养殖塘水鸟数量

Table 3.1 Observed number of waterbirds in tidelands and in aquacultural ponds at the east tidelands of Chongming Island.

Species	Tidelands				Aquacultural ponds			
	Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter
<b>鸕鷀目</b>								
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	0	1	0	0	21	13	7	31
小计	0	1	0	0	21	13	7	31
<b>鹈形目</b>								
<i>Phalacrocorax carbo</i>	0	0	0	0	0	0	0	4
小计	0	0	0	0	0	0	0	4
<b>鹤形目</b>								
<i>Ardea cinerea</i>	58	82	33	46	83	78	45	63
<i>Ardea purpurea</i>	2	0	4	0	1	0	6	0
<i>Butorides striatus</i>	0	22	3	0	0	7	0	0
<i>Ardeola bacchus</i>	0	12	0	0	0	19	8	0
<i>Bubulcus ibus</i>	0	10	14	0	0	12	1	0
<i>Egretta alba</i>	38	151	308	40	114	254	80	16
<i>Egretta intermedia</i>	77	178	984	64	35	168	149	71
<i>Egretta garzetta</i>	56	783	565	133	60	716	328	444
<i>Egretta eulophotes</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nycticorax nycticorax</i>	12	0	9	10	5	0	5	65
<i>Botaurus stellaris</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Platalea minor</i>	0	0	1	0	34	0	0	0
小计	244	1238	1921	294	332	1254	622	660
<b>雁形目</b>								
<i>Anser cygnoides</i>	17	0	0	42	0	0	0	0
<i>Cygnus columbianus</i>	1	0	0	176	0	0	0	0
<i>Tadorna ferruginea</i>	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Tadorna tadorna</i>	1	0	6	53	30	0	0	3
<i>Anas acuta</i>	33	0	0	7	170	0	0	47
<i>Anas crecca</i>	85	0	103	1665	697	0	0	5875
<i>Anas falcata</i>	0	0	0	16	57	0	0	13
<i>Anas platyrhynchos</i>	63	0	38	776	443	0	0	3221
<i>Anas poecilorhyncha</i>	83	0	24	716	572	0	0	2680
<i>Anas strepera</i>	0	0	0	13	0	0	0	321
<i>Anas penelope</i>	0	0	0	28	27	0	0	340
<i>Anas querquedula</i>	29	0	12	120	70	0	62	307
<i>Anas clypeata</i>	6	0	0	13	40	0	0	22
<i>Aythya baeri</i>	0	0	0	5	20	0	0	33
<i>Aix galericulata</i>	0	0	0	0	32	0	0	29
<i>Mergus merganser</i>	0	0	0	20	0	0	0	19
小计	318	0	183	3650	2158	0	62	12917
<b>鹤形目</b>								

复旦大学博士后研究报告：崇明东滩鸟类及其栖息地的研究

<i>Grus grus</i>	10	0	0	8	0	0	0	0
<i>Grus monacha</i>	211	0	0	582	0	0	0	0
<i>Gallinula chloropus</i>	0	6	0	0	0	9	2	0
<i>Fulica atra</i>	0	0	0	0	4	0	2	10
小计	221	6	0	590	4	9	4	10

鸻形目

<i>Haematopus ostralegus</i>	7	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pluvialis squatarola</i>	12	0	3	0	0	0	0	0
<i>Pluvialis dominica</i>	8	0	1	0	0	0	0	0
<i>Charadrius placidus</i>	28	0	0	0	7	0	0	0
<i>Charadrius dubius</i>	0	0	0	0	12	0	5	0
<i>Charadrius alexandrinus</i>	11494	0	481	0	282	0	53	0
<i>Charadrius mongolus</i>	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Charadrius leschenaultii</i>	510	0	12	0	4	0	0	0
<i>Numenius minutus</i>	2	0	3	0	0	0	0	0
<i>Numenius phaeopus</i>	541	0	49	0	7	0	2	0
<i>Numenius arquata</i>	189	0	81	0	14	0	6	0
<i>Numenius madagascariensis</i>	51	0	84	0	35	0	5	0
<i>Limosa limosa</i>	82	0	77	0	2	0	0	0
<i>Limosa lapponica</i>	13	0	59	0	1	0	0	0
<i>Tringa erythropus</i>	36	0	2	0	8	0	1	0
<i>Tringa totanus</i>	41	0	17	0	11	0	8	0
<i>Tringa stagnatilis</i>	0	0	3	0	5	0	3	0
<i>Tringa nebularia</i>	108	0	149	0	40	0	17	0
<i>Tringa ochropus</i>	11	0	7	2	6	0	3	0
<i>Tringa glareola</i>	0	0	5	0	0	0	3	0
<i>Tringa guttifer</i>	10	0	1	0	1	0	1	0
<i>Actitis hypoleucos</i>	16	5	15	0	39	0	12	0
<i>Xenus cinereus</i>	101	0	71	0	41	0	11	0
<i>Arenaria interpres</i>	215	0	0	0	14	0	9	0
<i>Gallinago sp.</i>	6	0	7	0	2	0	3	0
<i>Calidris canutus</i>	12	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calidris tenuirostris</i>	4467	0	56	0	0	0	0	0
<i>Calidris ruficollis</i>	511	0	128	0	0	0	0	0
<i>Calidris acuminata</i>	1417	0	99	0	0	0	0	0
<i>Calidris alpina</i>	14182	0	496	0	0	0	0	0
<i>Calidris ferruginea</i>	1017	0	32	0	0	0	0	0
<i>Calidris alba</i>	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eurynorhynchus pygmeus</i>	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Limicola falcinellus</i>	70	0	117	0	0	0	0	0
<i>Himantopus himantopus</i>	0	0	0	0	22	0	0	0
<i>Glareola maldivarum</i>	0	17	36	0	0	0	0	0
小计	35162	22	2094	2	553	0	142	0

鸥形目

<i>Larus crassirostris</i>	1537	1	49	634	3	0	3	37
----------------------------	------	---	----	-----	---	---	---	----

<i>Larus canus</i>	69	0	14	538	2	0	0	27
<i>Larus argentatus</i>	45212	24	296	1548	87	3	12	184
<i>Larus ridibundus</i>	1928	14	88	1164	21	0	7	47
<i>Larus saundersi</i>	15	0	34	67	0	0	0	5
<i>Chlidonias leucopterus</i>	18	0	879	0	11	0	101	0
<i>Sterna hirundo</i>	287	0	144	0	0	0	1	0
<i>Sterna albifrons</i>	50	27	84	0	9	17	66	0
小计	49116	66	1588	3951	133	20	190	300
总计	85061	1333	5786	8487	3201	1296	1027	13922

注：1 春季，夏季和秋季在两种类型湿地中各调查 5 次，冬季在两种类型的湿地中各调查 7 次。表中的数量为 5 次或 7 次调查中记录到水鸟的总数量。

2 表中对鸟类的分类统计仍按照我国鸟类学界目前采用的分类体系，即国际传统的分类体系(郑作新，2000)。根据目前国际鸟类学界较为流行的分类体系(Sibley and Monroe, 1990)鸫形目、鸥形目、鸕鷀目和鹈形目都归入鸕鷀形目。

3 由于沙锥在野外调查中很难辨认，本研究将沙锥作为一个种类进行统计。据历史记录(黄正一等，1993)，崇明东滩有 4 种沙锥，分别为扇尾沙锥 *Gallinago gallinago*、针尾沙锥 *G. stenura*、大沙锥 *G. megala* 和孤沙锥 *G. solitaria*。

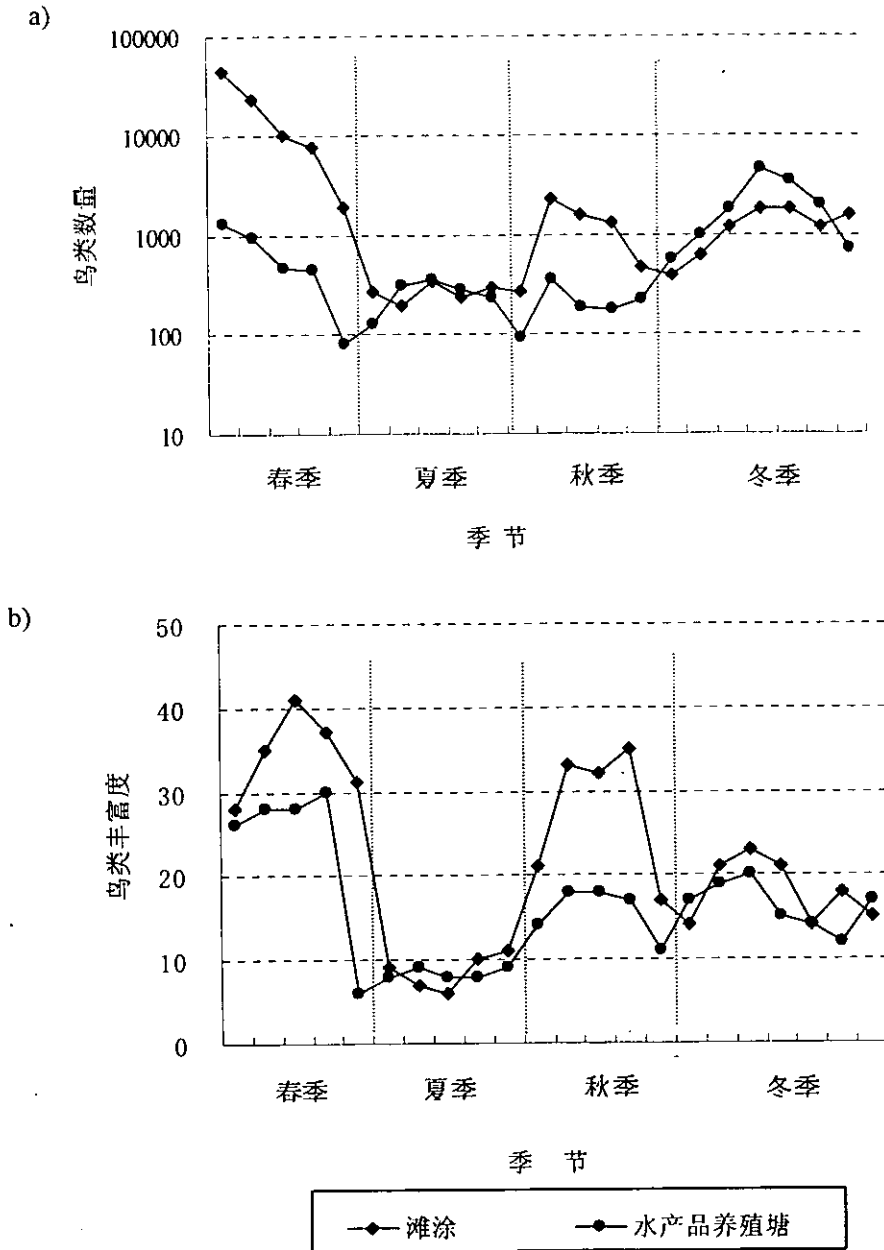


图 3.2 自然湿地和人工湿地每次调查记录到水鸟的数量和丰富度  
Fig. 3.2 Numbers and species richness of waterbirds recorded in each survey.

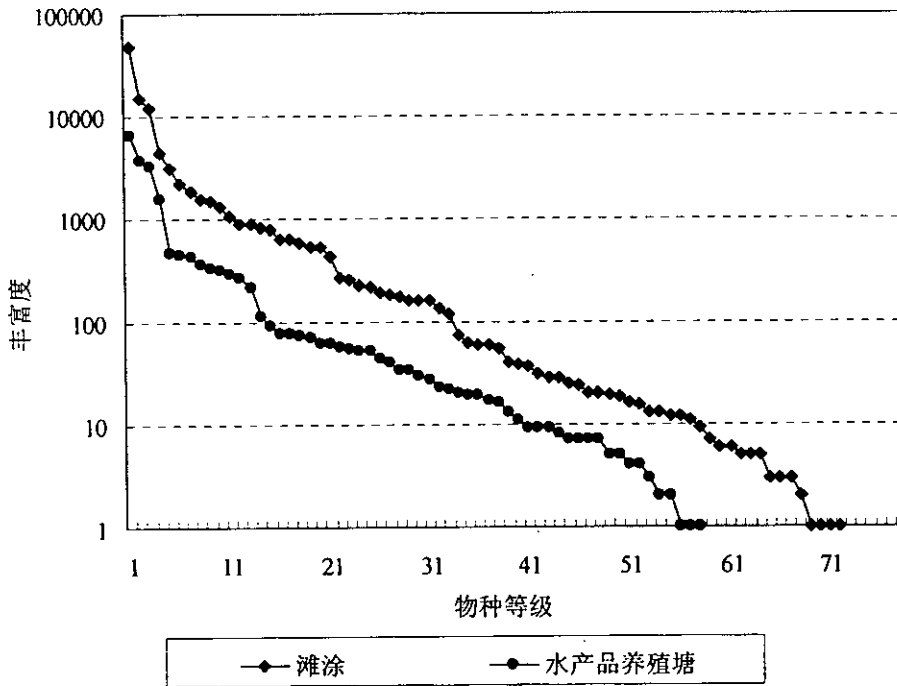


图 3.3 滩涂和水产品养殖塘水鸟的种类-丰富度等级

Fig. 3.3 Species-abundance rank of waterbirds on tidelands and in aquacultural ponds

两种类型的湿地中水鸟的种类—丰富度等级见图 3.3。在滩涂上记录到的水鸟中，银鸥的数量最大，约占在滩涂上记录到的水鸟总数量的 46.7%；另外四种水鸟(黑腹滨鹬 *Calidris alpina*、环颈鸻 *Charadrius alexandrinus*、大滨鹬 *Calidris tenuirostris* 和红嘴鸥 *Larus ridibundus*) 的总数占滩涂上记录到的水鸟总数量的 34.1%。这些水鸟在春天和冬天的数量最多。而它们在水产品养殖塘中或者数量较少，或者没有记录到(表 3.1)。在滩涂上另外 67 种水鸟的总数仅占记录到的水鸟总数量的 19.2%。

绿翅鸭 *Anas crecca* 是水产品养殖塘中记录到数量最多的水鸟，约占在水产品养殖塘中记录到的水鸟总数量的 33.8%。绿头鸭 *Anas platyhynchos*，斑嘴鸭 *A. poecilorhyncha*，和中白鹭 *Egretta intermedia* 三种水鸟的数量约占在水产品养殖塘中记录到的水鸟总数量的 43.5%。在水产品养殖塘中，其他水鸟的数量都较少。

#### 水鸟的丰富度

在所有的 78 种水鸟中，在滩涂上记录到的有 72 种，在水产品养殖塘中

记录到的有 58 种。在滩涂上，春季或秋季记录到的水鸟种类多于冬季记录的水鸟种类，在水产品养殖塘，春季记录到的水鸟种类多于其他三个季节各记录到的水鸟种类(图 3.2b)。对滩涂和水产品养殖塘中鸟类的种类数进行回归的结果表明：两者存在明显的线形关系(截距为 4.04，斜率为 1.11， $R = 0.74$ ， $n = 22$ ， $P < 0.0001$ )。这说明滩涂上水鸟的丰富度明显高于水产品养殖塘中水鸟的丰富度。

表 3.3 滩涂和水产品养殖塘中观察到的水鸟种类数和估计的水鸟种类数

Table 3.3 Observed and estimated number of species on tidelands and in aquacultural ponds

栖息地类型	春季		夏季		秋季		冬季	
Habitat types	Spring		Summer		Autumn		Winter	
	$S_i$	$N_i \pm S.E.$	$S_i$	$N_i \pm S.E.$	$S_i$	$N_i \pm S.E.$	$S_i$	$N_i \pm S.E.$
滩涂	56	60.67±5.63	15	16.91±4.19	50	57.44±5.43	28	28.52±2.58
Tidelands								
水产品养殖塘	46	53.2±5.51	11	11.80±0.9	34	44.53±8.45	27	29.44±2.20
Aquacultural ponds								

在不同季节，水鸟的丰富度也有所区别：在春季和冬季，滩涂上水鸟的丰富度要高于水产品养殖塘中水鸟的丰富度；在夏季和冬季，滩涂和水产品养殖塘的水鸟丰富度相似(图 3.2b)。考虑到不同湿地类型中水鸟具有不同的被发现率，COMDYN 模型的结果表明：在春季、夏季和秋季，滩涂上水鸟种类的估计数量( $N_w$ )要高于水产品养殖塘中水鸟种类的估计数量( $N_p$ )，而在冬季，滩涂上水鸟种类的估计数量( $N_w$ )和水产品养殖塘中水鸟种类的估计数量( $N_p$ )之间没有显著差异(表 3.2)。另外，对滩涂和水产品养殖塘中鸟类的相对物种丰富度的研究也得出相似的结果(图 3.4)。

#### 不同湿地类型水鸟的群落组成

不同生态习性的水鸟对不同的湿地类型表现出不同的选择性。大部分涉禽(包括鸻形目、鹤形目和鸥形目鸟类)对滩涂具有明显的选择性，而大部分游禽(例如鹈鹕目和雁形目的水鸟)对水产品养殖塘具有明显的选择性。对鹭科鸟

类来说，滩涂和水产品养殖塘都是它们适宜的栖息地(表 3.1)。

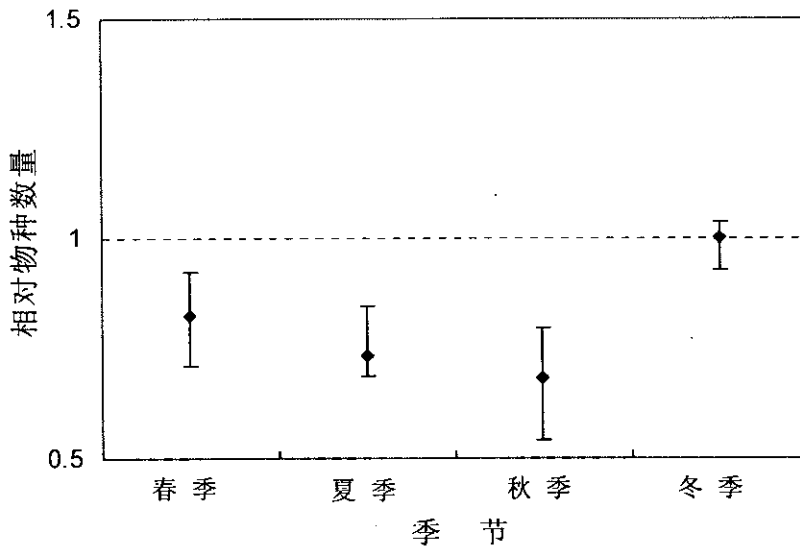


图 3.4 不同季节滩涂和水产品养殖塘鸟类的相对物种丰富度( $\lambda \pm 95\%$  C.I.)。当相对物种丰富度为 1 时，表示滩涂和水产品养殖塘鸟类的相对物种丰富度无显著差异；小于 1 表示滩涂鸟类的相对物种丰富度要高于水产品养殖塘中的相对物种丰富度。

Fig. 3.4 Relative species richness ( $\lambda \pm 95\%$  C.I.) of tidelands and aquacultural ponds during each season. A value of 1.0 means no difference in species richness between tidelands and aquacultural ponds. Value less than 1.0 means higher species richness on tidelands than in aquacultural ponds.

在整个调查过程中，只在滩涂上记录到鸟类有 20 种(表 3.1)。其中，黑腹滨鹬和大滨鹬在滩涂上的数量都非常丰富，是春季滩涂上水鸟的优势种。因此，我们认为水产品养殖塘对它们是不适宜的。另外，只在水产品养殖塘中记录到的鸟类有 6 种。它们是：普通鸬鹚 *Phalacrocorax carbo* (4 只·次)，赤麻鸭 *Tadorna ferruginea* (7 只·次)，鸳鸯 *Aix galericulata* (61 只·次)，白骨顶 *Fulica atra* (16 只·次)，金眶鸻 *Charadrius dubius* (17 只·次) 和黑翅长脚鹬 *Himantopus himantopus* (22 只·次)。根据历史资料记录，这些种类也常在水产品养殖塘中记录到(黄正一等, 1993)。这说明水产品养殖塘是它们适宜的栖息地。如果每个季节里只在一种栖息地中记录到的水鸟种类进行比较，在春季、夏季和秋季，只在滩涂上记录到的种类数量更多，而冬季只在一种湿地类型中分布的水鸟种类数两相同(图 3.5a)。如果考虑不同水鸟的被发现率，春季、夏季和秋季只在滩涂上分布的水鸟的估计种类仍高于只在水产品养殖



塘中分布的水鸟的估计种类。冬季只在水产品养殖塘中分布的水鸟的估计种类要高于只在滩涂分布的水鸟的估计种类(图 3.5b)。

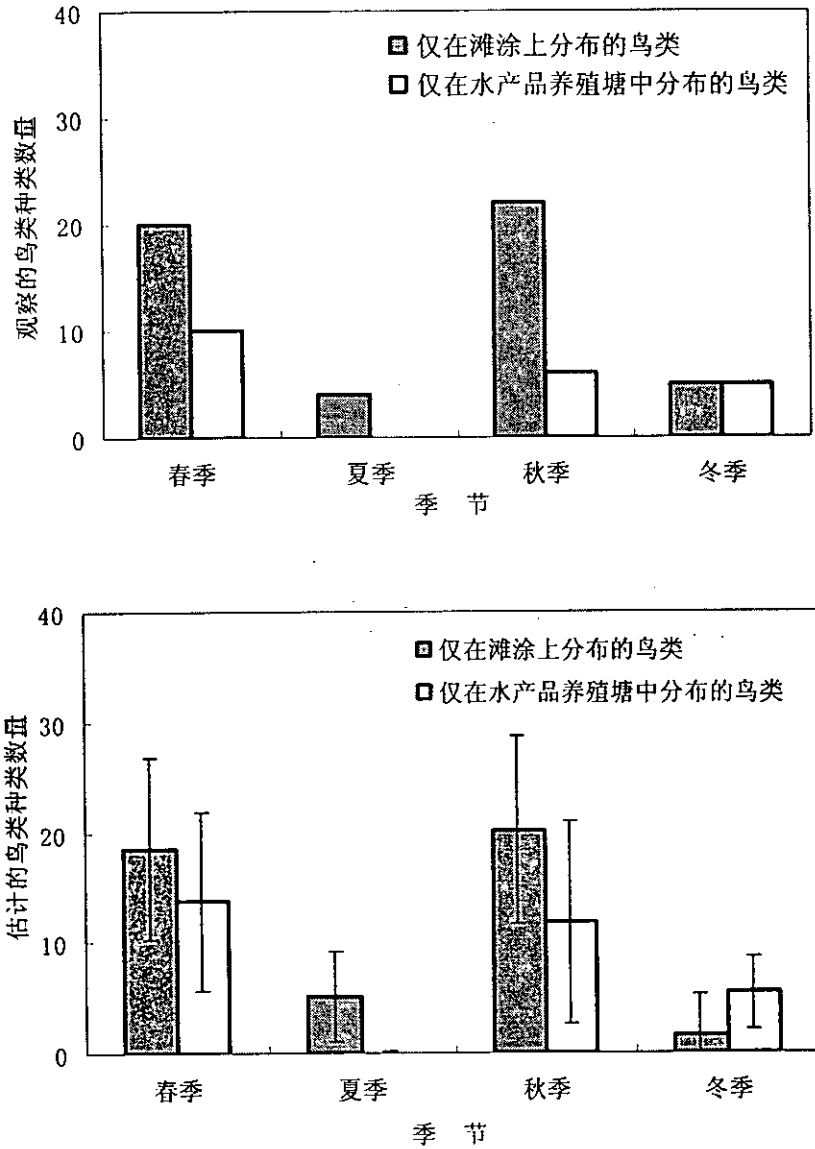


图 3.5 每个季节仅在一种类型湿地中记录到的鸟类种类(a)和仅在一种类型湿地中分布的鸟类估计种类(b,  $B_i \pm S.E.$ )

Fig. 3.5 Observed number of exclusive species (a) and estimated number of exclusive species (b,  $B_i \pm S.E.$ ) on tidelands and in aquacultural ponds in every season.

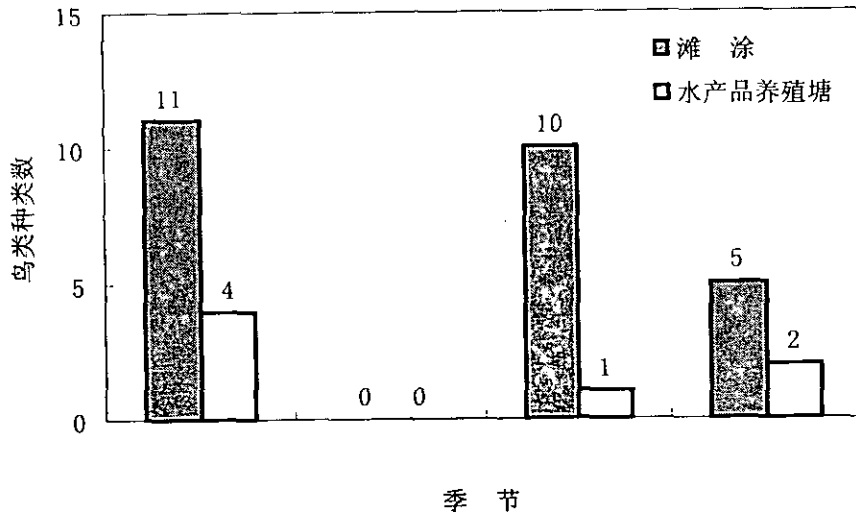


图 3.6 在不同类型湿地中个体数量有显著差异( $P < 0.05$ )的鸟类种类数  
 Fig. 3.6 Number of species that showed significantly higher ( $P < 0.05$ ) species abundance in one type of habitat than in another.

在春季、秋季和冬季，分别有 10、11 和 5 种水鸟在滩涂上分布的个体数量显著高于在水产品养殖塘中分布的个体数量(Z 检验,  $P < 0.05$ )。相反，分别只有 4、1 和 2 种水鸟在水产品养殖塘中分布的个体数量显著高于在滩涂分布的个体数量(Z 检验,  $P < 0.05$ )。它们分别是小鸕鷀 *Tachybaptus ruficollis*, 黑脸琵鹭 *Platalea minor*, 青头潜鸭 *Aythya baeri* 和黑翅长脚鹬(春季); 小鸕鷀 *Tachybaptus ruficollis* (秋季); 小鸕鷀 *Tachybaptus ruficollis* 和赤膀鸭 *Anas strepera*(冬季)。在夏季，在滩涂和水产品养殖塘都没有发现个体数量有显著差异的水鸟种类(图 3.6)。

## 讨论

### 湿地类型和水鸟多样性

本研究表明，尽管在不同季节，水鸟的丰富度和个体数量有明显的波动，但总的来说，滩涂上水鸟的物种丰富度和个体数量要高于水产品养殖塘水鸟的物种丰富度和个体数量。本研究认为，在崇明东滩，与人工湿地(水产品养殖塘)相比，自然湿地(滩涂)是水鸟更为适宜的栖息地。同时，对一些水鸟来说，水产品养殖塘也是适宜的栖息地，特别是在冬季，水产品养殖塘对水鸟具有更高的利用价值。

在本研究中，大部分的水鸟是在春季、秋季和冬季记录到的。这与崇明

岛的地理位置有关。崇明岛位于北亚热带的南部，是鸟类重要的迁徙中途停歇点和适宜的越冬地(王天厚和钱国桢, 1988)。在这个区域，留鸟和夏候鸟的种类都非常少。黄正一等(1993)的研究表明，在崇明东滩记录到的 108 种水鸟中，留鸟仅 4 种，仅占水鸟种类的 3.7%，夏候鸟 7 种，占水鸟种类的 6.5%，冬候鸟 47 种，占水鸟种类的 43.5%，旅鸟 50 种，占水鸟种类的 46.3%。因此，鸻形目鸟类(旅鸟)是崇明东滩春季(鸟类北迁时期)和秋季(鸟类南迁时期)的常见鸟类，雁形目鸟类等游禽(冬候鸟)是崇明东滩冬季常见的鸟类。相比而言，夏季在崇明东滩可见到的鸟类(夏候鸟和留鸟)很少。

潮汐作用对水鸟的分布有很大的影响。潮水的涨落将滩涂上的一些小型底栖动物冲刷出来，很多底栖动物也常在刚退潮后的滩涂上活动。这为鸻形目鸟类(例如黑腹滨鹬，环颈鸻，大滨鹬等)提供了良好的觅食条件(Straw, 1997)；这些鸻形目鸟类是滩涂上鸟类的优势种，在野外调查中可以见到它们在滩涂上随着潮水有规律的涨落而四处活动。另外，栖息地中水的深度对水鸟的栖息地选择也有影响 (Colwell and Taft, 2000; Isola et al., 2000)。由于没有潮汐的影响，水产品养殖塘中的水深及环境条件相对比较稳定。一些水鸟，如金眶鸻、小鹧鸪、黑翅长脚鹬等以及大部分的雁鸭类常选择水产品养殖塘作为其栖息地。

食物资源对水鸟的栖息地选择有着重要的影响 (Cody, 1985)。研究表明，海三棱藨草的球茎是白头鹤和小天鹅的重要食物 (虞快等, 1991; 黄正一等, 1993; 敬凯等, 2002)。白天，白头鹤在滩涂上活动，夜晚在 98 堤坝内的鱼塘或苇草滩中夜宿，有时也在滩涂上靠近堤坝的区域夜宿。小天鹅在崇明东滩的活动区域位于滩涂外围的浅水区域，在涨潮的时候，它们常到海三棱藨草的外带觅食。在小天鹅的其他越冬地，虽然有研究表明其经常在湖泊、水塘中活动(郑光美和王岐山, 1998)，但在崇明东滩的调查没有发现小天鹅在水产品养殖塘中活动。这表明，滩涂是一些珍稀濒危鸟类的重要栖息地，对珍稀濒危鸟类的保护具有重要的作用。

调查发现：在冬季，大部分水鸟在水产品养殖塘中栖息。我们认为，这两方面的原因。第一，野外调查的时间对研究结果可能有一定影响。冬季，雁鸭类是冬季水鸟的主要类群，而滩涂上海三棱藨草的种子是其主要食物来源(黄正一等, 1993)。雁鸭类主要在清晨日出以前和下午日落以后在滩涂上觅食。白天，雁鸭类主要在水产品养殖塘中休息(虞快, 1991)。由于本研究的野外调查是在早晨日出后开始进行的，因此调查时在滩涂上记录到的雁鸭类数量可能要比日出前的数量少，而在水产品养殖塘中记录到的雁鸭类数量可能要比日出前的数量多。第二，人类活动对水鸟的栖息地选择有强烈的影响。近年来，每年冬季都有大量的人在滩涂上捕捉鳗鱼苗，上千条机动帆船停泊

在崇明东滩周围的浅水水域。剧烈的人类活动对水鸟的正常带来了很大的干扰(敬凯等, 2002)。相比而言, 在冬季, 水产品收获以后, 水产品养殖塘受到的干扰较小。因此, 大部分水鸟常在水产品养殖塘中栖息。80年代对崇明东滩鸟类的调查表明: 由于当时滩涂上的人类活动干扰很少, 在冬季, 在崇明东滩的周围浅水区域经常可以见到大量的水鸟(虞快等, 1988; 黄正一等, 1993)。这暗示了如果滩涂上没有人类活动的干扰, 水鸟也可能选择滩涂作为其主要的栖息地。

最近 Tourenq 等(2001)在法国南部 Camargue 对自然湿地和人工湿地鸟类群落特征的研究表明: 人工湿地中水鸟的种类和个体数量远远小于自然湿地中水鸟的种类和数量。这可能是由于人工湿地和自然湿地的面积大小不同而所造成的差异。在相同总面积的条件下, 一块大面积的湿地比几块小面积湿地能够吸引更多的水鸟(Erwin et al., 1991; Froneman et al., 2001)。在一般情况下, 小面积的人工湿地经常受到来自周围环境的干扰(马志军等, 2000)。如果人工湿地的面积足够大, 周围环境干扰的影响将会有一定程度的减少。因此, 可能有更多的水鸟会在大面积的人工湿地中栖息。如一些大面积的盐田(王会和杜进进, 1993)、蟹塘(Barter et al., 1997)、人工水禽湖(马志军等, 2000)、养殖塘(Froneman et al., 2001)等。这也暗示了当为水鸟提供人工湿地作为其栖息地时, 必须考虑湿地的面积大小。

### 在管理上的建议

本研究的结果表明: 在崇明东滩, 尽管人工湿地(水产品养殖塘)是水鸟在冬季的适宜栖息地, 但与人工湿地相比, 水鸟更喜欢自然湿地(滩涂)。然而, 很多研究的结果都强调人工湿地是鸟类适宜的栖息地(如: Acosta et al., 1996; Elphick and Oring, 1998; Froneman et al., 2001)。这可能是由于在这些研究区域, 水鸟更为适宜的自然湿地已经受到破坏或已经丧失(Tourenq et al., 2001)。近年来, 由于自然湿地在全球范围的迅速丧失, 人工湿地逐渐成为湿地的主要类型。当一些区域的自然湿地难以获得的时候, 人工湿地只能是水鸟的唯一选择。我们认为, 在湿地鸟类的保护中, 过度强调人工湿地的作用是非常片面的。这可能鼓励土地所有者对自然湿地进行一些不适宜的开发, 从而加速了自然湿地的丧失。因此, 我们建议必须科学地规划自然湿地的开发活动。为了给水鸟提供适宜的栖息地, 应该同时考虑湿地的数量和质量。另外, 还要考虑鸟类的生态特征以及不同鸟类对不同类型的栖息地具有不同的偏好。在人工湿地是水鸟唯一的栖息地的一些区域, 必须对人工湿地采取适宜的管理措施, 改善栖息地的质量以满足不同水鸟的需求(Day and Colwell, 1998; Lane and Fujioka, 1998; Elphick, 2000)。

崇明东滩在过去的十多年时间经历了多次大规模的围垦和开发(敬凯等, 2002)。在 2001 年冬季, 崇明东滩又开始了新一轮的围垦。新围垦的区域在崇明东滩的东南角, 即东旺沙和团结沙的交界处。根据实地调查, 新围垦的滩涂面积约为 6 平方公里。随着围垦及其随后的开发活动, 滩涂自然湿地将转变为人工湿地类型或其他类型土地利用方式。这必将对水鸟带来严重的影响。由于围垦的区域外测滩涂的淤长速度非常缓慢, 滩涂自然湿地在较长的一段时间内将很难恢复。由于崇明东滩在水鸟保护上的重要意义, 崇明东滩的滩涂应受到重点保护, 为迁徙鸟类和越冬鸟类提供适宜的栖息地。为了满足滩涂开发活动的需要, 只有当滩涂淤长到一定的宽度后, 才可以对滩涂进行适当规模的围垦, 并为水鸟保留足够面积的自然湿地。

## 参 考 文 献

- 陈克林, 李作为, M. Barter, D. Watkins, 袁军 (主编) 1997. 中国北迁涉禽调查报告 (1997). 湿地国际-中国项目办事处, 北京; 湿地国际-大洋洲办事处, 堪培拉.
- 崔志兴, 钱国桢, 王天厚 1985. 鸻形目鸟类的食性研究. 动物学研究 6(增刊):43-52.
- 胡鸿兴, 肖化忠, 王元香, 赵杆, 袁光林, 张鹭, 王庆忠. 1994. 龙感湖白头鹤越冬种群的生态学研究. 30-36. 中国鸟类学会水鸟组主编, 中国水鸟研究, 华东师范大学出版社, 上海.
- 黄正一, 孙振华, 虞快, 周满章, 赵仁泉, 高峻 1993. 上海鸟类资源及其生境. 复旦大学出版社, 上海.
- 敬凯, 唐仕敏, 陈家宽, 马志军 2002. 崇明东滩越冬白头鹤觅食地特征的初步研究. 动物学研究 23:84-88.
- 雷刚, 蒋勇, 李洪甫 1997. 洞庭湖鹤类现状. 中国鹤类通讯1(2):11-13.
- 李林 1993. 我国首次发现白头鹤繁殖地. 野生动物 (5): 16.
- 李致勋, 唐子英 1959. 上海鸟类调查报告. 动物学报 11(3):390-408.
- 刘晓龙, 赵文阁, 刘相兰, 兰春梅, 周宣滨, 郭玉民 2000. 黑龙江沾河林区有白头鹤和白枕鹤的繁殖种群分布. 中国鹤类研究 4(2):12-13.
- 陆健健 1990. 中国湿地. 华东师范大学出版社, 上海.
- 陆健健, 孙宪坤, 何文珊 1998. 上海地区湿地的研究. 297-310. 郎惠卿, 林鹏, 陆健健 主编, 中国湿地研究与保护. 华东师范大学出版社, 上海.
- 李春喜, 王文林 1997. 生物统计学. 科学出版社, 北京.
- 马志军, 李文军, 王子健 2000. 丹顶鹤的自然保护. 清华大学出版社, 北京.
- 钱国桢, 崔志兴, 王天厚 1985. 长江口, 杭州湾北部鸻形目鸟类. 动物学报 31(1): 96-97.
- 上海市崇明县县志编纂委员会 1989. 崇明县志. 上海, 上海人民出版社.
- 上海市农林局 2002. 上海市崇明东滩鸟类自然保护区科学考察集.
- 上海市统计局 2001. 上海市统计年鉴-2000. 中国统计出版社, 北京.
- 唐仕华, 俞伟东, 虞快 1996. 崇明东滩鸻形目鸟类群落及其食性研究. 华东师范大学学报(动物学专辑).
- 王会, 杜进进 1993. 射阳盐场湿地禽类资源考察初报. 动物学杂志 28(4):21-24.
- 王天厚, 钱国桢 1988. 长江口杭州湾鸻形目鸟类. 华东师范大学出版社, 上海.
- 虞快 1991. 崇明东滩水鸟及其保护. 野生动物 (5): 15-18.
- 虞快, 唐子明, 唐仕华, 蒋雄龙 1988. 崇明东部滩涂珍禽和水禽越冬生态学的初步研究. 上海师范大学学报 17(4):100-102.
- 虞快, 唐仕华, 王会志 1995. 崇明东滩越冬鸭类食性研究. 上海师大学报, 24(3):69-74.
- 虞快, 唐子明, 唐仕华, 蒋雄龙 1991. 崇明东滩小天鹅的食性与栖地关系. 32-34. 高玮(主编), 中国鸟类研究. 科学出版社, 北京.

- 赵金生, 吴建东 1999. 洪涝灾害对鄱阳湖越冬鹤类的影响及其对策. 中国鹤类通讯 (1): 4-6.
- 赵学刚 1992. 湖北省黄梅险龙感湖越冬白头鹤调查简报. 动物学杂志 27(2): 59.
- 郑光美 1995. 鸟类学. 北京师范大学出版社, 北京.
- 郑光美, 王岐山 1998. 中国濒危动物红皮书: 鸟类. 科学出版社, 北京.
- 郑作新 2000. 中国鸟类种和亚种分类名录大全. 科学出版社, 北京.
- Acosta, M., L. Mugica, C. Mancina, and X. Ruiz. 1996. Resource partitioning between glossy and white ibises in a rice field system in South-central Cuba. Colonial waterbirds 19:65-72.
- Bamford, M. & Watkins, D. (in prep.) Migratory Shorebirds of the East Asian-Australasian Flyway – population estimates and important sites. Wetlands International, Wageningen, the Netherlands.
- Barter, M. in press. The Yellow Sea: importance for migratory shorebirds. Wetlands International-Oceania. Canberra.
- Barter, M., F. W. Qian, S. X. Tang, X. Yuan, and D. Tonkinson. 1997. Hunting of migratory waders on Chongming Dao: A declining occupation? Stilt 31:18-22.
- Barter, M., D. Tonkinson, S. X. Tang, X. Yuan, and F. W. Qian. 1997. Staging of Great Knot *Calidris tenuirostris*, Red Knot *C. Canutus* and Bar-tailed Godwit *Limosa lapponica* at Chongming Dao, Shanghai: Jumpers to hoppers? Stilt 31:2-11.
- Barter, M., D. Tonkinson, S. X. Tang, X. Yuan, and F. W. Qian. 1997. Wader numbers on Chongming Dao, Yangtze estuary, China, during early 1996 northward migration, and the conservation implications. Stilt 30:7-13.
- Battley, P. F., M. W. Dietz, T. Piersma, A. Dekinga, S. Tang, and K. Hulsman. 1999. Is long-distance bird flight equivalent to a high-energy fast? Body composition changes in freely migrating and captive fasting Great Knots. Physiological and Biochemical Zoology 74:435-449.
- Battley, P. F., T. Piersma, M. W. Dietz, S. Tang, A. Dekinga, and K. Hulsman. 2000. Empirical evidence for differential organ reduction during trans-oceanic bird flight. Proceedings of the Royal Society of London Series B 267:191-195.
- Battley, P. F., A. Dekinga, M. W. Dietz, T. Piersma, S. Tang, and K. Hulsman. 2001. Basal metabolic rate declines during long-distance migratory flight in Great Knots. IBIS 103:838-845.
- BirdLife International. 2001. Threatened birds of Asia: the BirdLife International Red Data Book. BirdLife International, Cambridge, UK.
- Boulinier, T., J. D. Nichols, J. R. Sauer, J. E. Hines, and K. H. Pollock. 1998. Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability. Ecology 79:1018-1028.
- Burnham, K. P., and W. S. Overton. 1978. Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. Biometrika

65:625-633.

- Burnham, K. P., and W. S. Overton. 1979. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology* **60**:927-936.
- Cho, S. R. 1995. Wintering ecology of Hooded Cranes (*Grus monacha*) in the Republic of Korea. Pages 117-119 in C. H. Halvorson, J. T. Harris, and S. M. Smirenski, editors. *Cranes and Storks of the Amur River. The Proceedings of the International Workshop. 3-12 July 1992. Khabarovsk and Poyarkovo, Russia. The Amur Program of the Socio-Ecological Union, the International Crane Foundation, and Moscow State University. Arts Literature Publishers, Moscow, Russia.*
- Cody, M. L., editor. 1985. *Habitat selection in birds*. Academic Press, INC.
- Colwell, M. A., and O. W. Taft. 2000. Waterbird communities in managed wetlands of varying water depth. *Waterbirds* **23**:45-55.
- Davis, C. A., and L. M. Smith. 2001. Foraging strategies and niche dynamics of coexisting shorebirds at stopover sites in the Southern Great Plain. *The Auk* **118**:484-495.
- Day, J. H., and M. A. Colwell. 1998. Waterbird communities in rice fields subjected to different post-harvest treatments. *Colonial waterbirds* **21**:185-197.
- Delaney, T. P., J. W. Webb, and T. J. Minello. 2000. Comparison of physical characteristics between created and natural estuarine marshes in Galveston Bay, Texas. *Wetlands Ecology and Management* **8**:343-352.
- Duncan, P., A. J. M. Hewison, S. Houte, R. Rosoux, T. Tournebize, F. Dubs, F. Burel, and V. Bretagnolle. 1999. Long-term changes in agricultural practices and wildfowling in an internationally important wetland, and their effects on the guild of wintering ducks. *Journal of Applied Ecology* **36**:11-23.
- Dunn, E. H. 2000. Temporal and spatial patterns in daily mass gain of Magnolia Warblers during migratory stopover. *The Auk* **117**:12-21.
- Eguchi, K., H. Nagata, M. Takeishi, Y. Henmi, and M. Takatsuka. 1991. Foraging and time budget of the hooded cranes in a wintering area at Yashiro, Japan. Pages 305-310 in J. Harris, editor. *Proceedings 1987 International Crane Workshop. International Crane Foundation, Baraboo, Wisconsin, USA.*
- Elphick, C. S., and O. L.W. 1998. Winter management of Californian rice fields for waterbirds. *Journal of Applied Ecology* **35**:95-108.
- Erwin, R. M., D. K. Dawson, D. B. Stotts, L. S. Mcallister, and P. H. Geissler. 1991. Open marsh water management in the mid-Atlantic region - Aerial surveys of waterbird use. *Wetlands* **11**:209-228.
- Fox, A. D., and C. Mitchell. 1997. Spring habitat use and feeding behaviour of Steller's Eider *Polysticta stelleri* in Varangerfjord, northern Norway. *IBIS* **139**:542-548.
- Frazier, S. 1996. *Directory of Wetlands of International Importance: An Update.*



- Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.
- Froneman, A., M. J. Mangnall, R. M. Little, and T. M. Crowe. 2001. Waterbird assemblages and associated habitat characteristics of farm ponds in the Western Cape, South Africa. *Biodiversity and Conservation* **10**:251-270.
- Fujimaki, Y., S. Hanawa, K. Ozaki, O. Yunoki, F. Nishijima, V. M. Khrabryi, Y. B. Starikov, and Y. B. Shibaev. 1989. Breeding status of the Hooded Crane (*Grus monacha*) along the Bikin River in the Far East of the USSR. *Strix* **8**:199-217.
- Gao, Y. R. 1991. The distribution of Charadriiformes in the Guangdong Region, China. *Stilt* **18**:25-28.
- Guillemain, M., H. Fritz, and N. Guillon. 2000. The use of an artificial wetland by Shoveler *Anas clypeata* in western France: the role of food resources. *Revue D Ecologie-La Terre Et La Vie* **55**:263-274.
- Hines, J. E., T. Boulinier, J. D. Nichols, J. R. Sauer, and K. H. Pollock. 1999. software to study the dynamics of animal communities using a capture-recapture approach. *Bird Study* **46**:209-217.
- Hobaugh, W. C., C. D. Stutzenbaker, and E. L. Flickinger. 1989. The rice prairies. Pages 367-383 in L. M. Smith, R. L. Pederson, and R. M. Kaminski, editors. *Habitat management for migrating and wintering waterfowl in North America*. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, USA.
- Hohman, W. L., J. L. Moore, T. M. Stark, G. A. Weisbrich, and R. A. Coon. 1994. Breeding waterbird use of Louisiana rice fields in relation to planting practices. Pages 31-37. *Proceeding of the Annual conference of the Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies*.
- Hsu, W. S., and D. Purchase. 1987. Migration of banded waders between China and Australia. *Colonial waterbirds* **10**:106-110.
- Kennish, M. J. 2001. Coastal salt marsh systems in the US: A review of anthropogenic impacts. *Journal of Coastal Research* **17**:731-748.
- Kingsford, R. T. 1999. Aerial survey of waterbirds on wetlands as a measure of river and floodplain health. *Freshwater Biology* **41**:425-438.
- Kingsford, R. T., and J. L. Porter. 1993. Waterbirds of Lake Eyre, Australia. *Biological Conservation* **65**:141-151.
- Kvist, A., A. Lindstrom, M. Green, T. Piersma, and G. H. Visser. 2001. Carrying large fuel loads during sustained bird flight is cheaper than expected. *Nature* **413**:730-732.
- Lane, S. J., and M. Fujioka. 1998. The impact of changes in irrigation practices on the distribution of foraging egrets and herons (Ardeidae) in the rice fields of Central Japan. *Biological Conservation* **83**:221-230.
- Ma, M., J. J. Lu, C. J. Tang, P. Y. Sun, and W. Hu. 1998. The contribution of shorebirds to the catches of hunters in the Shanghai area, China, during

- 1997-1998. *Stilt* **33**:32-36.
- Ma, Z. J., K. Jing, S. M. Tang, and J. K. Chen. in press. Shorebirds in the eastern intertidal areas of Chongming Island during the 2001 northward migration. *Stilt*.
- Ma, Z. J., S. M. Tang, F. Lu, and J. K. Chen. in press. Chongming Island: a less important shorebird stopover site during southward migration? *Stilt*.
- Ma, Z. J., Z. J. Wang, and H. X. Tang. 1999. Habitat use and selection by red-crowned crane *Grus japonensis* in winter in Yancheng Biosphere Reserve, China. *IBIS* **141**:135-139.
- McNeil, R., and F. Cadieaux. 1972. Fat content and flight range capabilities of some adult spring and fall migrant North American shorebirds in relation to migration routes on the Atlantic Coast. *Naturaliste Canadien* **99**:589-606.
- Meine, C. D., and G. W. Archibald 1996. The cranes: Status survey and conservation action plan. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Myers, J. P., R. I. G. Morrison, P. Z. Antas, B. A. Harrington, T. E. Lovejoy, M. Sallaberry, S. E. Senner, and A. Tarak. 1987. Conservation strategy for migratory species. *Scientific American* **75**:19-26.
- Nichols, J. D., T. Boulinier, J. E. Hines, K. H. Pollock, and J. R. Sauer. 1998. Inference methods for spatial variation in species richness and community composition when not all species are detected. *Conservation Biology* **12**:1390-1398.
- Ogden, J. C. 1991. Nesting by wood storks in natural, altered, and artificial wetlands in central and northern Florida. *Colonial waterbirds* **14**:39-45.
- Ohsako, Y. 1987. Effects of artificial feeding on cranes wintering in Izumi and Akune, Kyushu, Japan. Pages 89-98. Proceedings 1983 International Crane Workshop. International Crane Foundation, Baraboo, Wisconsin, USA.
- Ohsako, Y. 1994. Analysis of crane population change, habitat selection, and human disturbance in Japan. in H. Higuchi, and J. Minton, editors. *The Future of Cranes and Wetlands*. Wild Bird Society of Japan, Tokyo.
- Olson, D. M., and Dinerstein E. 1998. The global 200: A representation approach to conserving the earth's distinctive ecoregions. World Wildlife Fund.
- Pukinski, Y. B., and I. V. Ilyinski. 1977. Biology and behavior of *Grus monachus* Temm. during the nesting period, Primorye Territory, Bikin River Basin. *Bulletin of Moscow Social Naturalists, Biology Section* **82**:5-17.
- Rose, P. M., and D. A. Scott 1997. *Waterfowl Population Estimates*, 2nd edition. Wetlands International Publication 44, Wageningen.
- Scott, D. A. 1989. *A Directory of Asian Wetlands*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Sibley, C. G., and B. L. J. Monroe 1990. *Distribution and taxonomy of birds of the world*. Yale University Press, London.

- Sowerby, A. de C. 1932. The fauna of the Shanghai area: Birds. *China Journal* **16**:279-280.
- Sowerby, A. de C. 1943. Birds recorded from or known to occur in the Shanghai area. *Heude Not. d'orn.* **1**:1-212.
- Straw, P., editor. 1997. Shorebird conservation in the Asia-Pacific region. Australasian Wader Studies Group of Birds Australia, Melbourne.
- Streever, W. J., K. M. Portier, and T. L. Crisman. 1996. A comparison of dipterans from ten created and ten natural wetlands. *Wetlands* **16**:416-428.
- Tiedemann, R., and G. Nehls. 1997. Seasonal and tidal variation in densities of feeding birds on tidal mud flats. *Journal Fur Ornithologie* **138**:183-198.
- Tourenq, C., R. E. Bennetts, H. Kowalski, E. Vialet, J. L. Lucchesi, Y. Kayser, and P. Isenmann. 2001. Are ricefields a good alternative to natural marshes for waterbird communities in the Camargue, southern France? *Biological Conservation* **100**:335-343.
- Turner, R. K., J. C. J. M. Van den Bergn, T. Soderqvist, A. Barendregt, J. Van den straaten, E. Maltby, and E. C. Van Ierland. 2000. Ecological-economic analysis of wetlands: Scientific integration for management and policy. *Ecological Economics* **35**:7-23.
- Wang, H. 1997. Shorebird use of Yancheng Biosphere Reserve, China. in P. Straw, editor. *Shorebird Conservation in the Asia-Pacific Region*. Australasian Wader Studies Group of Birds Australia, Melbourne.
- Wang, H., and M. A. Barter. 1998. Estimates of the numbers of waders in the Dongsha Islands, China. *Stilt* **33**:41-42.
- Wang, H., and M. A. Barter. 1998. Estimates of the numbers of waders in the Dongsha Islands, China. *Stilt* **33**:41-42.
- Wang, T. H., and G. Z. Qian 1988. *Shorebirds in the Yangtze Estuary and Hangzhou Bay*. East China Normal University Press, Shanghai.
- Wang, T. H., and S. X. Tang. 1990a. A Survey of Shorebirds and Coastal Wetlands in Shanghai from September to October 1990. East China Waterbird Ecology Group, East China Normal University, Shanghai.
- Wang, T. H., and S. X. Tang. 1990b. Surveys of Shorebirds and Coastal Wetlands in Shanghai from December 1989 to May 1990. East China Waterbird Ecology Group, East China Normal University, Shanghai.
- West, T. L., L. M. Clough, and W. C. Ambrose. 2000. Assessment of function in an oligohaline environment: Lessons learned by comparing created and natural habitats. *Ecological Engineering* **15**:303-321.
- Wilkinson, E. S. 1929. Shanghai birds. A study of birds in Shanghai and the Surrounding districts, xxi, 1-243. North-China Daily News and Herald Limited, Shanghai.
- Wilkonson, E. S. 1935. The Shanghai birds year, 1935. 1-129. North-China Daily

News and Herald Limited, Shanghai.

Wilson, J. R. and Barter, M. A. 1998. Identification of potentially important staging areas for "long jump" migrant waders in the east Asian-Australasian flyway during Northward migration. *Stilt* **32**: 16-27.

Yang, J. 1998. Development of fishery and international trade of fishery products in China. *Economic Research on Chinese Fishery* :7-8.

## 致 谢

衷心感谢陈家宽教授对我在学业上的教诲和在生活上的关怀。两年来，陈家宽教授为我提供了宽松的研究环境，对本人的工作给予悉心的指导，让我受益匪浅。

在站的两年期间，得到了李博、钟扬和卢宝荣三位教授的支持、鼓励及无私的帮助，他们的言行将使本人受益终生。环境与资源生物学系及生物多样性科学研究所各位老师及研究生对本人的工作及生活都非常关心。其中，特别要感谢唐仕敏老师对野外调查工作给以大力帮助，蒋如敏老师和经佐琴老师在工作上和生活上都给我无私的帮助。

感谢生命科学学院博士后流动站各位专家对本人工作的支持。感谢博士后工作办公室的顾美娟老师对我的工作和生活上的关心和帮助。

北京师范大学的郑光美教授对我的学业和生活一直非常关心。另外，日本东京大学的 Hiroyoshi Higuchi 教授，日本山阶鸟类研究所的 Kiyooki Ozaki 研究员，日本野鸟协会的 Simba Chan 先生，以及许维枢研究员，马鸣研究员，高育仁研究员，Mark Barter, Doug Watkins, Phil Straw, Taej Mundkur, James D. Nichols 等为本研究提供了有关资料或建议，或就有关问题与本人进行多次交流。云南师范大学的敬凯老师在复旦大学进修期间参与了部分研究工作。

崇明东滩自然保护区对本研究工作始终给予大力支持。

本研究得到世界自然基金会(WWF)“崇明岛湿地利用方式、生态后果评价及保护对策”项目、BP Conservation Programme(No. 1417)、上海科技发展基金(99XD14007)及上海市博士后基金的资助。

## 博士后期间发表和投送论文情况

1. Ma Z. J., Zhang Z. W., and Chen J. K. 2001. Effects of climate change on the distributional of cranes in China. *Global Environmental Research*, 4: 231-237.
2. Ma Z. J., Jing K., Tang S. M. & Chen J. K. 2002. Shorebirds in the East Tidelands of Chongming Island During the 2001 Northward Migration. *Stilt*, 42: in press.
3. Ma Z. J., Tang S. M., Lu F. & Chen J. K. 2002. Chongming Island: a less important shorebirds stopover site during southward migration? *Stilt*, 42: in press.
4. Ma Z. J., Li B., Jing K., Tang S. M., & Chen J. K. Hooded crane (*Grus monacha*) depends on the tide in winter at Dongtan of Chongming Island, China. *Ecological research*, submitted. (SCI 刊物)
5. Ma Z. J., Li B., Jing K., Tang S. M., & Chen J. K. Are artificial wetlands good alternatives to natural wetlands for waterbirds? --A case study on Chongming Island, China. *Biodiversity and Conservation*, submitted. (SCI 刊物)
6. 马志军, 丁长青, 李欣海, 路宝忠, 翟天庆, 郑光美. 2001. 朱鹮冬季觅食地的选择. *动物学研究*, 22(1): 46-50.
7. 李欣海, 马志军, 李典谟, 丁长青, 翟天庆, 路宝忠. 2001. 应用资源选择函数研究朱鹮的巢址选择. *生物多样性*, 9(4): 352-358.
8. 敬凯, 唐仕敏, 陈家宽, 马志军. 2002. 崇明东滩越冬白头鹤觅食地特征的初步研究. *动物学研究*, 23(1): 84-88. (通讯作者)
9. 敬凯, 唐仕敏, 陈家宽, 马志军. 2002. 崇明东滩白头鹤的越冬生态. *动物学杂志*, 37: 已接受. (通讯作者)
10. 李欣海, 马志军, 丁长青, 翟天庆, 李典谟. 2003. 朱鹮与栖息地内农民的关系. *动物学报*, 49(1): 已接受.
11. 马志军, 李文军, 王子健. 2000. 丹顶鹤的自然保护. 北京: 清华大学出版社.

## 近年发表论文情况

1. Ma Z. J., Li W. J., Wang Z. J., and Tang H. X. 1998. Habitat change and adaptability for Red-crowned Crane (*Grus japonensis*) in Yancheng Biosphere Reserve, China. *AMBIO*, 27: 461-464. (SCI 刊物)
2. Ma Z. J., Wang Z. J., and Tang H. X. 1999. Habitat use and selection by Red-crowned Crane *Grus japonensis* in winter in Yancheng Biosphere Reserve, China. *Ibis*, 141: 135-139. (SCI 刊物)
3. Ma Z. J., Wang Z. J., and Tang H. X. 1998. History of Red-crowned Crane (*Grus japonensis*) and its habitats in China. *Bird Conservation International*, 8: 11-18.
4. Ma Z. J., Zhang Z. W., and Chen J. K. 2001. Effects of climate change on the distributional of cranes in China. *Global Environmental Research*, 4: 231-237.
5. Ma Z. J., Jing K., Tang S. M. & Chen J. K. 2002. Shorebirds in the East Tidelands of Chongming Island During the 2001 Northward Migration. *Stilt*, 42: in press.
6. Ma Z. J., Tang S. M., Lu F. & Chen J. K. 2002. Chongming Island: a less important shorebirds stopover site during southward migration? *Stilt*, 42: in press.
7. Li W. J., Wang Z. J., Ma Z. J., and Tang H. X. 1997. A regression model for the spatial distribution of Red-crown Crane in Yancheng Biosphere Reserve, China. *Ecological Modeling*, 103: 115-121. (SCI 刊物)
8. Li W. J., Wang Z. J., Ma Z. J., and Tang H. X. 1999. Designing the core zone in a biosphere reserve based on suitable habitats: Yancheng Biosphere Reserve and the red-crowned crane (*Grus japonensis*) *Biological conservation*, 90(3): 167-173. (SCI 刊物)
9. 马志军, 丁长青, 李欣海, 路宝忠, 翟天庆, 郑光美 2001. 朱鹮冬季觅食地的选择. *动物学研究*, 22(1): 46-50.
10. 李文军, 马志军, 王子健, 汤鸿霄, 王会, 刘希平 1999. 自然保护区栖息地影响因素的研究. *生态学报*, 19(3): 427-430.
11. 丁长青, 翟天庆, 路宝忠, 马志军 1999. 野生朱鹮的新繁殖地. *动物学报*, 45(3): 359.
12. 李欣海, 李典谟, 丁长青, 曹永汉, 卢西荣, 傅文凯, 马志军, 路宝忠, 翟天庆 1999. 朱鹮栖息地质量的初步评价. *生物多样性*, 7(3): 161-169.
13. 马志军, 王子健, 汤鸿霄 1997. 丹顶鹤在中国分布的现状. *生物学通报*,

- 32(12):4-6.
14. 马志军 2000. 生物圈保护区的概念及内涵. 生物学通报, 35(4): 18-20.
  15. 马志军, 王子健, 汤鸿霄, 杜进进, 吕士成 1998. 盐城生物圈保护区的经济开发与自然保护的关系. 生态经济, (3): 32-33.
  16. 马志军, 李文军, 王子健, 汤鸿霄, 王会, 刘希平 1998. 盐城生物圈保护区丹顶鹤 (*Grus japonensis*) 栖息地的变化及其适应性. 中国生物圈保护区, (2): 5-8.
  17. 李文军, 王子健, 马志军, 汤鸿霄, 王会, 刘希平 1997. 盐城自然保护区丹顶鹤越冬栖息地分布的研究. 中国生物圈保护区, 4(3): 3-7.
  18. 敬凯, 唐仕敏, 陈家宽, 马志军 2002. 崇明东滩越冬白头鹤觅食地特征的初步研究. 动物学研究, 23(1): 84-88.
  19. 敬凯, 唐仕敏, 陈家宽, 马志军 2002. 崇明东滩白头鹤的越冬生态. 动物学杂志, 37: 在出版.
  20. 李欣海, 马志军, 丁长青, 翟天庆, 李典谟 2003. 朱鹮与栖息地内农民的关系. 动物学报, 49(1): 已接受.
  21. 马志军 1999. 丹顶鹤越冬期的生境变迁及生境选择. 中国动物学会编: 中国动物科学研究. 北京: 中国林业出版社. 589-597.
  22. 李欣海, 马志军, 李典谟, 丁长青, 翟天庆, 路宝忠 2001. 应用资源选择函数研究朱鹮的巢址选择. 生物多样性, 9(4): 352-358.
  23. 李文军, 马志军, 王子健, 汤鸿霄, 刘希平, 王会 1998. 地理信息系统应用于自然保护区设计的方法研究. 姜汉桥, 欧晓昆主编: 生物圈保护区: 生物多样性和可持续发展. 昆明: 云南大学出版社, 60-68.
  24. 马志军, 丁长青, 李欣海, 翟天庆, 路宝忠 1999. 朱鹮冬季觅食地的选择. 中国鸟类学会等主编: 国际朱鹮保护会议论文集. 北京, 中国林业出版社. 49-54.
  25. 李欣海, 马志军, 丁长青, 李典谟, 路宝忠, 翟天庆 1999. 朱鹮及鹮形目近缘种的繁殖行为. 中国鸟类学会等主编: 国际朱鹮保护研讨会论文集. 北京, 中国林业出版社. 37-41.
  26. 马志军, 丁长青, 翟天庆, 路宝忠, 李欣海 2000. 朱鹮的巢址变化及其影响. 中国鸟类学会等主编: 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: 中国林业出版社. 7-11.
  27. 马志军, 钱法文, 王会, 江红星 2000. 盐城自然保护区丹顶鹤及其栖息地的现状. 中国鸟类学会等主编: 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: 中国林业出版社. 180-185.
  28. 丁长青, 马志军, 李欣海, 路宝忠, 翟天庆 2000. 朱鹮幼鸟活动性的初步研



- 究. 中国鸟类学会等主编: 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: 中国林业出版社. 102-105.
29. 王会, 楚国忠, 钱法文, 江红星, 马志军. 2000. 江苏盐城国家级自然保护区 1999~2000 年丹顶鹤越冬调查报告. 中国鸟类学会等主编: 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: 中国林业出版社. 186-189.
30. 马志军, 李文军, 王子健. 2000. 丹顶鹤的自然保护. 北京: 清华大学出版社.

## 个人简历

姓名：马志军	性别：男	民族：汉族
出生年月：1972年1月	籍贯：山东省龙口市	
专业：动物学	研究方向：鸟类学	联系导师：陈家宽教授
联系电话：(021) 65643830 (O)		
电子邮件：zhijunm@163.com; mzhijun@yahoo.com.cn		
通讯地址：200433, 上海市邯郸路 220 号 复旦大学生命科学学院 生物多样性科学研究所		

## 个人经历

时间	所在单位	工作/学习
2000年7月-2002年6月	复旦大学生命科学学院	博士后
1998年9月-2000年7月	北京师范大学生命科学学院	博士后
1995年9月-1998年7月	中国科学院生态环境研究中心	博士
1992年9月-1995年7月	中国科学院动物研究所	硕士
1988年9月-1992年7月	山东大学生物系	学士