

东洞庭湖保护区 1989~1998 年 水禽栖息地动态研究

赵淑清¹, 方精云¹, 陈安平¹, 雷刚²

(1. 北京大学 环境学院生态系, 北京 100871; 2. 湖南省东洞庭湖自然保护区, 湖南 岳阳 414000)

摘要: 栖息地的改变是全球生物多样性存在的最大威胁。利用卫星遥感技术和地理信息系统的空间分析功能, 从景观尺度上研究了东洞庭湖自然保护区 1989~1998 年越冬水禽栖息地的动态变化特征, 结果表明: 1989~1998 年水体、泥滩地、草滩地和水田等水禽适宜栖息地的面积在减小, 破碎化程度有所增加, 而芦苇滩地、旱地、林地、建成区这几类水禽分布较少栖息地类型的面积和破碎化程度的变化正好相反; 近 10 年来水禽栖息地的变化比较明显, 其中草滩地演变为芦苇滩地及水田改为旱作农田的变化最为突出, 变化的面积分别占整个保护区面积的 10.66% 和 6.13%。这些变化趋势意味着研究区近 10 年来水禽的适宜栖息地在退化。针对变化的原因, 论文还对该区域生物多样性的保护与栖息地管理提出了可行的建议。

关键词: 东洞庭湖保护区; 栖息地变化; 遥感; 地理信息系统

中图分类号: X37

文献标识码: A

文章编号: 1000-3037(2003)06-0726-08

自然栖息地的变化一直是生态学研究的重要内容, 因为栖息地的变化最终会导致赖以其生存的生物多样性的改变^[1-4]。湿地生态系统的一个重要功能就是为珍稀水禽提供栖息地^[5], 东洞庭湖自然保护区湿地作为候鸟的重要越冬地及迁徙中转站, 是我国最早被列入国际重要水禽生境名录的 7 处湿地保护区之一^[6]。水禽的分布和数量与湿地生境有着密切的联系, 栖息地的时间变化、空间格局和过程都对赖以其生存的湿地水禽具重要影响。通过野外实地考察获得景观尺度上栖息地的变化信息显然比较困难, 而现代遥感技术使获得较大空间范围的时间序列数据成为可能, GIS 空间分析功能也可以使人们了解栖息地的变化格局和过程。本研究利用卫星遥感技术和地理信息系统的空间分析功能, 研究了东洞庭湖保护区 1989~1998 年水禽栖息地的状况及其动态、了解其变化的主要方向及对于越冬水禽的可能影响, 为区域环境变化对生物多样性影响的进一步研究提供基础资料。

1 研究区概况

东洞庭湖自然保护区(28°59'~29°38'N, 112°43'~113°15'E) 位于长江中游荆江段南侧, 湖南省东北部, 保护区总面积为 1 900 km²。东洞庭湖是保护区的主体范围, 也是洞庭湖的主体湖盆, 汇集湖南湘、资、沅、澧四水, 对长江洪水具有重要的调蓄功能。保护区位于中亚热带向北亚热带过渡的气候带, 由于受东亚季风和江湖庞大水体的影响, 具有湿润的大陆亚热带季风气候的温和湿润、光照充足、多风多雨、四季分明的气候特征^[7]。自然保护区独特的水域湿地环境, 使其成为重要的候鸟越冬地和迁徙中转站, 已记录到冬季鸟类 16 目 43 科 234 种,

收稿日期: 2003-04-04; 修订日期: 2003-07-23。

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(G2000046801)。

第一作者简介: 赵淑清(1972~), 女, 北京大学环境学院生态系博士后, 主要从事生态遥感和湿地生物多样性保护研

究。E-mail: sqzhao@urban.pku.edu.cn

其中属国家一级保护的有白鹤、白头鹤、白鹤、黑鹤、大鸨、中华秋沙鸭和白尾海雕 7 种 ;属二级保护的有小天鹅、鸳鸯、白枕鹤、灰鹤、白额雁等 31 种。

2 研究方法

2.1 水禽栖息地分类解译标志的建立

不同湿地类型是不同水禽的觅食地和栖息场所。通过野外实地调查结合覆盖研究区地形图上的地物特征及遥感影像上各种地物的色调、纹理和简单的地形特征确定了遥感影像上各种类型水禽栖息地的解译标志 ,将湖区的各种湿地类型具体区分开来 (表 1)。

表 1 东洞庭湖自然保护区水禽栖息地解译标志

Table1 The image interpretation keys of waterfowl habitats in the Eastern Dongting Lake Nature Reserve

水禽栖息地类型	解译标志
水体	深浅不一的蓝色，蓝黑色；形状各异，大小不一；边界清晰。
泥滩地	浅灰色、蓝灰色；沿水体呈条带状或环绕水体，局部呈片状，大小不一；边界清晰。
草滩地	绿草呈深浅不一的红色，枯草滩地为深浅不一的绿色；形状各异，大小不一；边界有的清晰，有的不清晰。
芦苇滩地	白色；片状或条带状，大小不一；边界有的清晰，有的不清晰。12 月份的影像上已刈割的芦苇滩地呈棕色、棕黄色，往往有规则的边缘。2 月份影像上已刈割的芦苇滩地呈灰色，灰黑色，多有规则的边界。
水田	青灰色；成规则的网格状分布；大小不一；边界清晰。
旱地	桔红色；12 月份的影像上有些呈浅绿色；成规则的网格状分布；大小不一；边界清晰。
林地	深红色；零散或成片状分布；多分布于丘陵山地。
建成区	蓝灰色；沿河流附近分布。

注 :各种湿地类型解译标志的建立部分参考黄进良(1999)^[8]对洞庭湖湿地的分类方法。

2.2 数据处理

由于湖泊面积在平、枯水期与洪水期的差别比较大 ,所以采用的遥感影像集中在平、枯水期 (TM123-40,1989-12-04 和 1998-02-12)。利用遥感图像分析软件 ERDAS IMAGINE 8.4 对所获得的卫星遥感数据进行处理 ,影像合成方式为 RGB 4、5、3 三波段假彩色合成。利用 1:50 000 地形图对两个时段的合成影像进行几何校准，通过监督分类中的最大似然法将研究区的栖息地类型分为水体、泥滩地、草滩地、芦苇滩地、水田、旱地、林地和建成区 8 类 (表 2、图 1)。

表 2 东洞庭湖保护区各种水禽栖息地组份描述及分布的水禽

Table 2 Description for habitat categories and distributed waterfowl in the Nature Reserve

水禽栖息地类型	简单说明	特征及分布的水禽 (引自 [12])
水体	江、湖、航道以及用于养殖的池塘	水生生物丰富，是鹤类、鹭类、鸬类、鸭类、鹈类和
泥滩地	枯水期出露的泥沙淤积物，基本上没有植被覆盖，表面有不同大小的石粒和沙料	鸕鹚等越冬水禽的主要觅食和栖息场所，约占全区 43% 的鸟类分布于此。
草滩地	以莎草和苔草为主的矮草草甸	植被主要有苦草、苔草和莎草，主要分布的水禽有大鸨、鸿雁、白额雁、小白额雁及赤麻鸭等雁鸭类。
芦苇滩地	主要是芦苇和荻等高草草甸	由于冬季收割，分布的水禽很少。
水田	稻田	主要是白鹤、白枕鹤、白头鹤和灰鹤在此觅食。
旱地	主要是棉花、甘蔗、油菜及蔬菜等旱作作物	分布的水禽很少。
林地	主要是针叶林、阔叶林及灌丛草坡等有植被覆盖的土地类型	部分为保护区中繁殖鸟的繁殖地，优势鸟为鹭类。
建成区	城区及交通干线	分布的水禽很少。

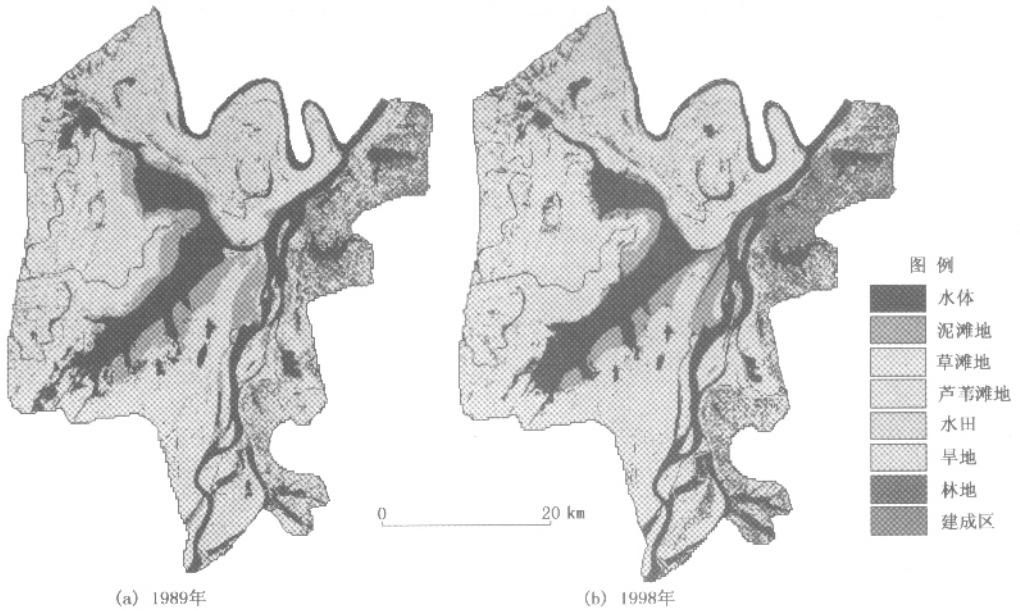


图1 东洞庭湖自然保护区1989和1998年水禽栖息地分类图

Fig.1 Waterfowl habitat types of the Eastern Dongting Lake Nature Reserve in 1989 and 1998

通过 GIS ArcView 3.2 对 1989 年和 1998 年东洞庭湖保护区鸟类栖息地分类结果图进行分析,计算出两个时段的各种栖息地类型所有斑块的面积和周长,在此基础上计算保护区 1989 年和 1998 年两个时间段各栖息地类型的面积、斑块数量、平均斑块大小等基本景观特征指标;通过叠加两个时间段栖息地分类结果图,对保护区的一个转移变化层(1989~1998 年)、两个基础层(1989、1998 年)及期间发生的主要转变过程进行了一系列变化数量、程度和空间过程的分析(具体方法见参考文献[9~11])。

3 结果与分析

3.1 各种栖息地类型的组分描述及栖息地分类图

从表 2 可以看出,水体、泥滩地和草滩地是保护区内绝大多数水禽的栖息生境,水田是保护区内以稻谷为主要食物的鹤类的觅食地和栖息场所。而分布在芦苇滩地、旱地、林地和建成区的水禽种类和数量相对较少。

3.2 东洞庭湖保护区水禽栖息地分类遥感解译精度评价

参照 Jensen 的方法^[13],在 ERDAS IMAGINE 8.4 的 Accuracy Assessment 模块下对研究区水禽栖息地的遥感解译结果精度进行评价。1989 年和 1998 年东洞庭湖自然保护区中各种鸟类栖息地类型的遥感解译精度相对都比较高,总体分类精度均达到 89%,两个时段各类型的生产者精度和用户精度都在 80% 以上(详细方法见参考文献[10])。这样的分类结果精度应该能满足解译者和使用者的需求^[14],这也是笔者可以进行以下一系列分析的前提。

3.3 近 10 年来水禽栖息地的变化格局

转移矩阵(表 3)表明的是各栖息地类型在相邻时段间面积的保留率及其转变为其他类型的转移率。表 3 的结果可以看出:从 1989 年到 1998 年期间水体的保留率最高,为 83.46%,转变为泥滩地和草滩地的转移率分别为 6.74% 和 6.00%。草滩地的保留率最低,仅为 40.35%,转变为芦苇滩地的比率高达 54.59%,说明在此期间草滩地逐步淤高演替为芦苇和荻为主的高草草甸的自然过程比较迅速。而草滩地是东洞庭湖越冬的优势种雁鸭类的觅

食地和栖息地,这种变化趋势会影响这些水禽的分布,应该引起管理者的重视。泥滩地的保留率为 44.64%,转变为水体、草滩地和芦苇滩地的比率分别为 15.45%、32.41%和 6.29%,泥滩地向水体的转移量可能与当年的降水量有关,而泥滩地向草滩地和芦苇滩地的转移反映了湿地顺向演替的过程。研究期间,芦苇滩地的保留率为 53.86%,转变为水体、泥滩地和草滩地的比率分别为 9.25%、5.06%和 25.16%,表明湿地在演替的过程中也会出现一定程度的逆向演替,即从芦苇滩地→草滩地→泥沙滩地→水体的演替^[8]。水田的保留率为 45.37%转变为旱地的比率达到 31.78%。这是因为随着经济的发展,旱地作物如甘蔗、蔬菜的经济价值比水稻要高,所以农民愿意改变土地利用类型种植收入更高的作物,而水田是灰鹤等食稻谷水禽的重要觅食地和栖息场所,近年来这种土地利用方式的转变显然会影响这种水禽的种群动态。旱地的保留率比较高,达到 63.68%,同时也有 25.66%的比率转移为水田。水田和旱地转变为林地的比率分别为 11.33%和 7.09%,这可能是湖区营造农田防护林的结果。水田和旱地转变为建成区的比率分别为 3.54%和 1.13%,表明城市化的过程占用了部分农田。建成区的保留率为 66.30%,转变为林地的比率为 15.74%,转变为水体的比率为 8.33%。

表 3 东洞庭湖保护区 1989~1998 年水禽栖息地的转移概率(%)

Table 3 Waterfowl habitat transition proportion (%) in the Eastern Dongting Lake Nature Reserve during 1989~1998

1989	1998							
	水体	泥滩地	草滩地	芦苇滩	水田	旱地	林地	建成区
水体	83.46	6.74	6.00	1.20	1.51	0.18	0.65	0.26
泥滩地	15.45	44.64	32.41	6.29	0.90	0.22	0.08	0.01
草滩地	1.62	1.63	40.35	54.59	1.13	0.55	0.12	0.01
芦苇滩地	9.25	5.06	25.16	53.86	3.55	1.06	1.74	0.32
水田	3.37	1.50	2.81	0.30	45.37	31.78	11.33	3.54
旱地	0.94	0.30	0.96	0.24	25.66	63.68	7.09	1.13
林地	2.23	0.33	1.06	0.12	18.55	14.36	57.64	5.71
建成区	8.33	1.41	2.34	0	3.61	2.27	15.74	66.30

3.4 近 10 年来水禽栖息地的面积变化及相关景观指数的变化

表 4 的结果显示:研究期间湿地面积的总体变化趋势是湖洲滩地面积的不断扩大和湖面面积的不断缩小。因为水位的差异会引起水面范围及面积的不同。因此,在分析的过程中将泥滩地与水体作为整体(水面)来考虑,水面面积从 1989 年的 597.28km²降低到 1998 年的 564.25km²,相应的面积百分比也从 31.35%降到 29.62%。草滩地的面积从 335.63km²降低到 269.56km²,面积百分比从 17.62%降到 14.15%。芦苇滩地从 253.71 km²增加到 356.40 km²,面积百分比相应从 13.32%增加到 18.71%。研究期间草滩地面积相对减少是因为大面积的草滩地演替为芦苇滩地,而水体和泥滩地演替为草滩地的速度又较慢所致。草滩地的减少和芦苇滩地的增加可能会对保护区内越冬的候鸟产生不利影响,因为草滩地是在这里越冬的优势种群——雁鸭类的重要觅食地和栖息场所,而芦苇的收割期与冬候鸟的越冬期正好重叠,所以芦苇滩地的增加会加剧人类活动对于冬候鸟的不利干扰。水田面积从 1989 年到 1998 年降低了 98.74km²,面积百分比降低了 5.18%,与之相对应,旱地的面积增加了 48.13km²,面积百分比增加了 2.53%,水田的减少可能会对在稻田里觅食和栖息的水禽造成影响。研究期间林地和建成区面积的增加都是显著的,增加率分别为 29.18%和 200%,这与近 10 年来提倡植树造林的林业政策和快速城市化过程有关。

景观指数是反映生境状况的重要参数,平均斑块大小在景观尺度上可视为生境破碎化指数,斑块数量和斑块密度在一定程度上可以反映生境的空间异质性。从 1989 年到 1998 年,水体、泥滩地、草滩地和水田的平均斑块大小在降低,斑块数量和斑块密度表现出增加的趋势,表明这几种水禽主要栖息地的碎裂化及其空间异质性程度都在增加,这种变化趋势势必会对栖息于这些生境中的水禽种群动态产生影响。芦苇滩地、旱地、林地和建成区的平均

表 4 东洞庭湖保护区 1989~1998 年各种鸟类栖息地类型的景观指数状况

Table 4 Landscape indices for bird habitats of the Eastern Dongting Lake Nature Reserve between 1989~1998

	面积 (km ²)	面积百分比 (%)	斑块数量	平均斑块大小 (m ²)	斑块密度 (个/km ²)
水体					
1989	444.38	23.32	1 206	36.85	0.63
1998	441.06	23.15	1 402	31.46	0.74
泥滩地					
1989	152.90	8.03	2 541	6.02	1.33
1998	123.19	6.47	7 947	1.55	4.17
草滩地					
1989	335.63	17.62	4 105	8.18	2.15
1998	269.56	14.15	6 878	3.92	3.61
芦苇滩地					
1989	253.71	13.32	9 022	2.81	4.74
1998	356.40	18.71	1 137	31.35	0.60
水田					
1989	367.51	19.29	5 321	6.91	2.79
1998	268.77	14.11	5 555	4.84	2.92
旱地					
1989	243.96	12.80	10 971	2.22	5.76
1998	292.09	15.33	3 917	7.46	2.06
林地					
1989	97.93	5.14	4 279	2.29	2.25
1998	126.51	6.64	3 425	3.69	1.80
建成区					
1989	9.23	0.48	119	7.76	0.06
1998	27.67	1.45	285	9.71	0.15

斑块大小、斑块数量和斑块密度的变化趋势与上面的几种类型正好相反。

3.5 保护区近 10 年来水禽栖息地变化的主要方向及其可能的影响

从表 5 的结果可以看出,1989~1998 年东洞庭湖自然保护区有 56.16% 的土地保留原来的覆盖类型,其中保留量较高的类型顺序为水体、水田、旱地、芦苇滩地、草滩地、泥滩地和林地,保留面积占全区总面积的百分比分别为 19.47%、8.75%、8.15%、7.17%、6.07%、3.58% 和 2.96%,其保留面积高低顺序基本上与各种类型占全区的面积百分比顺序相一致,但是草滩地的保留面积显然相对偏少,对栖息于其中的雁鸭类水禽将是一种不利的变化方向。另外,占整个保护区面积 43.84% 的土地发生了覆盖类型的变化,说明东洞庭湖区近 10 年的水禽栖息地变化是比较明显的,其中草滩地演变为芦苇滩地及水田改为旱作农田的变化最为突出,变化的面积分别占整个保护区面积的 10.66% 和 6.13%。前面已经提到草滩地和水田是东洞庭湖区冬候鸟的两种主要栖息地和觅食场所,草滩地的植被发育较好,低洼地内以螺等腹足类为主的底栖动物较多,因而成为东洞庭湖越冬候鸟的优势类群雁鸭类的重要栖息地。收割后的水田常有稻谷残留其间,而且在冬季要浸水泡田,环境条件与天然湿地很相似,成为越冬水鸟的重要替代栖息地^[15],所以这两种主要变化趋势意味着越冬水禽栖息地在丧失和退化。

从图 1 还可以直观地看出,草滩地向芦苇滩地的演变集中在下飘尾和君山之间的近湖边缘一线,大面积的芦苇把东洞庭湖湖面与湘江洪道分割;东洞庭湖的左侧在注滋口到君山之间的高洲,草滩地向芦苇转变的现象也很明显。这显然是湖泊演变自然规律作用的结果,随着泥沙的逐渐淤积,河床湖底不断阻塞淤高,草滩地演变为芦苇滩地,而芦苇滩地阻滞泥沙,又为泥沙的进一步淤积创造了条件,泥沙淤积和芦苇形成互为条件,互为因果。所以,建议采取一定的措施限制芦苇的增长,因为芦苇收割期正好与水禽的越冬期相重叠。而近 10 年水禽栖息地变化的遥感研究结果也表明,芦苇滩地在稳步增长,至少在目前应该将芦苇的

表 5 东洞庭湖保护区 1989~1998 年水禽栖息地变化的主要类型及其数量统计

Table 5 Main habitat changes and their sizes of the Eastern Dongting Lake Nature Reserve between 1989~1998

栖息地发生的主要转变类型	变化的面积	占区域总面积的
(1989~1998 年)	(km ²)	百分比 (%)
栖息地类型没有变化	1 069.90	56.16
水体保留	370.88	19.47
水田保留	166.74	8.75
旱地保留	155.33	8.15
芦苇滩地保留	136.65	7.17
草滩地保留	115.62	6.07
泥沙滩地保留	68.25	3.58
林地保留	56.44	2.96
栖息地发生类型变化	835.35	43.84
草滩地变芦苇滩地	203.01	10.66
水田变旱地	116.80	6.13
芦苇滩地变草滩地	63.83	3.35
旱地变水田	62.61	3.29
泥沙滩地变草滩地	49.56	2.60
水田变林地	41.63	2.19
水体变泥沙滩地	29.93	1.57
水体变草滩地	26.62	1.40
泥沙滩地变水体	23.62	1.24
芦苇滩地变水体	23.47	1.23
林地变水田	18.16	0.95
旱地变林地	17.29	0.91
林地变旱地	14.06	0.74
水田变建成区	13.01	0.68
芦苇变泥沙滩地	12.86	0.67
水田变水体	12.40	0.65
其他变化类型	106.48	5.59

收割安排列入保护区冬季管理的日程,合理安排各个芦苇场的收割时间和方式,尽量将收割芦苇的人为活动对越冬水鸟的影响降到最低。近 10 年来保护区农田耕作方式的变化也比较明显,大量水田转变为旱地,尤其是建新和君山农场的稻田是主要栖息在丁字堤外滩鹤类的重要缓冲栖息地,这种土地利用方式的改变直接影响到鹤类的分布及其数量,应适当限制这种不利于越冬水禽分布的土地利用方式转变类型。

其他近 10 年来发生的栖息地转变类型有:芦苇滩地逆向演变为草滩地、旱地改种水稻、泥沙滩地出露演变为草滩地、占用水田营造农田防护林、泥沙淤积较快时水体演变为泥沙滩地、泥沙淤积相对缓慢时水体演变为草滩地等,其中有些过程在一定程度上可能缓解前述两种对水禽越冬栖息地产生不利影响的转变。

4 结语

东洞庭湖自然保护区 1989 年到 1998 年期间各种类型水禽栖息地的变化是自然因素及人类活动驱动的土地利用变化共同作用的结果。研究期间湿地面积的总体变化趋势是湖洲滩地面积的不断扩大和湖面面积的不断缩小,而湖洲滩地中草滩地的面积在减少,芦苇滩地的面积在不断增加,湿地的这种变化主要受泥沙淤积等自然因素控制,因为自 1980 年以后对洞庭湖的围垦活动被禁止^[16]。农田中水田面积转变为旱地的比例高达 31.78%。这些变化过程应引起保护区管理者的注意,因为浅水区、草滩和水田是东洞庭湖自然保护区内绝大多数冬候鸟的觅食地和栖息场所,越冬水禽主要栖息地的面积减少、碎裂化程度和空间异质性的增加势必会对其种群和群落动态产生影响。虽然仅从栖息地变化的角度还不好确切预测水禽的变化,但是水禽栖息地的变化研究结果可以为生物多样性的保护与栖息地管理提供依

据,合理调整保护区土地覆盖的结构和状况,使生物多样性的保护和区域资源利用和谐发展。有关东洞庭湖保护区的湿地水禽在栖息地的这种变化条件下,其种类和数量如何变化,笔者将在相关研究成果中进一步报道。

参考文献 (References):

- [1] Ehrlich P R. The loss of diversity: Causes and consequences [A]. In: Wilson E O. Biodiversity [C]. Washington D C: National Academy Press, 1988. 21~27.
- [2] Wilson E O. The Diversity of Life [M]. Cambridge M A: Belknap Press, 1992.
- [3] Wilcove D S, Rothstein D, Dubow J, et al. Quantifying threats to imperiled species in the United States [J]. *Bioscience*, 1998, 48 (8): 607~615.
- [4] Sala O E, Chapin F S, Armesto J J, et al. Global biodiversity scenarios for the Year 2100 [J]. *Science*, 2000, 287: 1770~1774.
- [5] Mitsch W J, Gosselink J M. Wetlands [M]. New York: John Wiley, 2000.
- [6] 陈宜瑜. 中国湿地研究 [M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1995. [CHEN Yi-yu. Research on Wetlands in China. Changchun: Jilin Science and Technology Press, 1995.]
- [7] 中华人民共和国林业部. 东洞庭湖国家级自然保护区管理计划 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1997. [Ministry of Forestry of People's Republic of China. The Management Plan of the Eastern Dongting Lake National Nature Reserve. Beijing: China Forestry Publishing House, 1997.]
- [8] 黄进良. 洞庭湖湿地的面积变化与演替 [J]. 地理研究, 1999, 18(3): 297~304. [HUANG Jin-liang. The area change and succession of Dongtinghu wetland. *Geophysical Research*, 1999, 18 (3): 297~304.]
- [9] 赵淑清, 方精云, 唐志尧, 朴世龙. 洪湖湖区土地利用/土地覆盖时空格局研究 [J]. 应用生态学报, 2001, 12(5): 721~725. [ZHAO Shu-qing, FANG Jing-yun, TANG Zhi-yao, PIAO Shi-long. Spatio-temporal patterns of land use and land cover changes in Honghu Lake region, Hubei Province, China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2001, 12 (5): 721~725.]
- [10] 赵淑清, 方精云, 陈安平, 崔海亭. 洞庭湖区近 50 年来土地利用/覆盖的变化研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2002, 11 (6): 536~542. [ZHAO Shu-qing, FANG Jing-yun, CHEN An-ping, CUI Hai-ting. Land use/cover changes in Dongting Lake area between 1955-1998. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2002, 11(6): 536~542.]
- [11] Zhao S Q, Fang J Y, Ji W, Tang Z Y. Lake restoration from impoldering: Impact of land conversion on riparian landscape in Honghu Lake Area, Central Yangtze [J]. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 2003, 95 (1): 111~118.
- [12] 岳阳东洞庭湖自然保护区 (内部资料). 湖南省岳阳东洞庭湖自然保护区自然资源综合科学考察报告 [R]. 1993. [The Eastern Dongting Lake Nature Reserve. Comprehensive scientific survey of natural resource in the Eastern Dongting Lake Nature Reserve. Yueyang, Hunan Province: The Eastern Dongting Lake Nature Reserve, 1993.]
- [13] Jensen J R. Introductory Digital Image Processing, Remote Sensing Perspective [M]. New Jersey: Prentice Hall, Upper Saddle River, 1996.
- [14] Lucas I F J, Frans J M, Wel V D. Accuracy assessment of satellite derived land cover data: a review [J]. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 1994, 60 (4): 410~432.
- [15] Elphick C S. Functional equivalency between rice fields and semi-natural wetland habitat [J]. *Conservation Biology*, 2000, 14 (1): 181~191.
- [16] 王克林. 洞庭湖区治理与开发 [M]. 长沙: 湖南人民出版社, 1998. [WANG Ke-lin. The Management and Development of Dongting Lake Area. Changsha: Hunan People's Publishing House, 1998.]

Dynamics of waterfowl habitats in the Eastern Dongting Lake Nature Reserve between 1989 and 1998

ZHAO Shu-qing¹, FANG Jing-yun¹, CHEN An-ping¹, LEI Gang²

(1. Department of Ecology, College of Environmental Science, Peking University, Beijing 100871, China;

2.The Eastern Dongting Lake National Nature Reserve, Yueyang 414000, China)

Abstract: Habitat alterations remain the greatest threats to the world's biodiversity. This study characterized the dynamics of waterfowl habitats at landscape scale in the Eastern Dongting Lake Nature Reserve between 1989-1998 by using satellite remote sensing techniques. Landsat TM satellite images for 1989 and 1998 were classified and analyzed. The waterfowl habitats were grouped into eight types: water body, mudflat, sedge land, reed land, paddy field, dryland, forest and settlement. By applying geographic information system (GIS), patch-related landscape indices were generated and the spatial patterns of waterfowl habitat changes over the 10-year period were analyzed. The study indicates that the area of the suitable habitats for waterfowl, such as water body, mudflat, sedge land and paddy field decreased, while the fragmentation of these suitable habitats increased between 1989-1998, which was indicated by a decreased mean patch size. The changes in the area and fragmentation of the unsuitable habitats for waterfowl such as reed land, dryland, forest and settlement showed a different pattern. The analysis also suggests that great changes in waterfowl habitats had happened during the past 10 years, the highest change rates were from sedge land to reed land and from paddy field to dryland, which were 10.66 % and 6.13% of the total area of the Nature Reserve, respectively. The above-mentioned dynamics of waterfowl habitats between 1989 and 1998 suggests that the suitable habitats for waterfowl in this study area degraded. This study also proposed feasible suggestions on the biological conservation and habitat management through analyzing the reasons that caused the degradation of the suitable habitats for waterfowl.

Key words: the Eastern Dongting Lake Nature Reserve ; habitat dynamics ; remote sensing ; GIS