

文章编号: 1004-8227(2002)06-0536-07

洞庭湖区近 50 年土地利用/覆盖的变化研究^{*}

赵淑清, 方精云, 陈安平, 崔海亭

(北京大学城市与环境学系, 北京大学地表过程分析与模拟教育部重点实验室, 北京 100871)

摘要: 利用 1978、1989、1998 年的 Landsat 卫星遥感影像资料及 20 世纪 50 年代航测的地形图, 研究了洞庭湖区近 50 年土地利用/覆盖及其景观结构的变化。土地利用/覆盖类型分为水体、湿地、农田、林地和建成区五类, 各时期遥感影像的总体分类精度都在 80% 以上。运用 ArcInfo 和 ArcView GIS 软件, 将不同时期的土地利用/覆盖格局在空间上清晰地显示出来; 通过叠加 4 个不同时期的影像分类图, 计算出各种土地利用/覆盖类型转变为其他土地利用/覆盖类型的比例。洞庭湖区 50 年来水体面积不断减少, 减少量为 1 460 km², 其中 1955 年到 1978 年水面面积缩小了 970.57 km², 分别为 1978 年到 1989 年和 1989 年到 1998 年缩小面积的 2.23 倍和 18.05 倍; 湿地面积逐渐增加, 1998 年湿地面积分别为 1955、1978 和 1989 年的 1.46、1.41 和 1.09 倍; 农田的面积百分比从 1955 年的 54.70% 增加到 1978 年 62.15%, 又逐渐降低到 1989 年的 51.88% 和 1998 年的 48.17%; 林地的面积 1978 年比 1955 年减少了 17%, 1989 年比 1978 年增加了 57%, 1998 年比 1989 年增加了 11%; 建成区的变化表明近 50 年来湖区城市化的进程。洞庭湖区土地利用/覆盖及其景观结构的变化是社会经济和自然因素综合作用的结果。

关键词: 洞庭湖区; 地理信息系统; 景观指数; 土地利用/覆盖变化; 遥感; 转移概率
文献标识码: A

洞庭湖位于长江中游荆江段的南岸, 由于其特殊的地理位置, 在调蓄长江洪水及全国的社会经济发展中占有重要地位。但是由于泥沙淤积和严重的围湖垦殖, 洞庭湖的湖面在不断萎缩, 调蓄洪水的相应能力降低, 导致湖区洪涝灾害连年不断, 湖区生物资源减少。所以有关洞庭湖的研究历来为地学界、史学界及生态学界所关注^[1~3]。

泥沙淤积是洞庭湖萎缩及湖区环境演变的根本原因, 有关洞庭湖的泥沙淤积在长期观测资料的基础上许多学者已开展了较为系统的研究^[4~5]。而围湖垦殖, 尤其是建国后近 30 年的过度围垦又加速了这一演变进程, 成为近百年来洞庭湖湖面萎缩的主要原因, 围湖垦殖与人类活动驱动的土地利用变化密切相关。为了正确评价人类活动驱动的土地利用变化对洞庭湖的演变及湖区生物多样性的影响, 了解其历史变化是非常必要的。但是对于洞庭湖区较长时间尺度上的土地利用变化及其产生后果的系统研究还很薄弱, 显然研究土地利用的变化过程及其驱动因子, 进而评价洞庭湖区环境的变化及其影响, 对于该区域的综合开发治理及生物多样性保护是非常必要的。本文利用 1978、1989、1998 年 Landsat

卫星遥感影像资料、研究区 20 世纪 50 年代航测的地形图, 结合 GIS 的空间数据处理方法对洞庭湖区近 50 年来土地利用/覆盖的变化及其景观结构进行了分析, 并将这些变化同社会经济资料联系起来。

1 研究方法

1.1 数据来源与处理

采用遥感图像分析软件 ERDAS IMAGINE 8.4 对所获得的卫星遥感数据(表 1)进行处理, 影像合成方式(RGB)为 MSS675 和 TM453 三波段假彩色合成, 利用 1:5 万地形图对 1978、1989 和 1998 年三个时段的各幅(共 12 幅)合成影像分别进行几何校准, 通过监督分类中的最大似然法将研究区的土地利用/覆盖类型分为水体、湿地、农田、林地和建成区五类(见表 2 和图 1)。参照 Jensen 的方法^[6], 在 ERDAS IMAGINE 8.4 的 Accuracy Assessment 模块下对研究区土地利用/覆盖类型的遥感解译精度进行评价。为了能够获得近 50 年洞庭湖区土地利用/覆盖的变化状况, 在方正智绘(北大方正)的扫描矢量化模块下对覆盖研究区的 50 年代航测的 1:20 万

* 收稿日期: 2002-01-06; 修回日期: 2002-06-19

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(编号: G2000046801)。

作者简介: 赵淑清(1972~), 女, 内蒙古自治区丰镇人, 在读博士研究生, 主要从事湿地和生态遥感方面的研究工作。

地形图进行数字化,再经过 GIS ArcInfo NT 7.1 和 ArcView 3.2a(ESRI, Redlands, USA) 的一系列处理得到洞庭湖区 1955 年的土地利用/覆盖状况。

表 1 遥感数据资料

Tab. 1 Imagery Data of Landsat—MSS and Landsat—TM Used in This Study

影像类型	轨道号	时相
Landsat—MSS	132—39	781016
	133—39	781017
	133—40	781017
	134—39	751016
	134—40	770108
Landsat—TM	123—40	891204
	124—39	890210
	124—40	890210
	123—40	980212
	124—39	981220
	124—40	981220
	125—39	981109

1.2 各时段土地利用/覆盖分类结果的 GIS 处理

将整个洞庭湖区 1955、1978、1989 和 1998 年四个时段的土地利用/覆盖结果的分辨率统一粗放为 80 m×80 m。通过 GIS Arc/Info 7.1 计算出各时段的各土地利用/覆盖类型所有斑块的面积和周长,在此基础上计算洞庭湖区近 50 年来各时段各土地利用/覆盖类型的面积、斑块数量、平均斑块大小等斑块特征。通过 GIS Arcview 3.2a Intersect Grids 模块将各不同时段土地利用/覆盖类型相互叠加,对洞庭湖区土地利用/覆盖的三个转移变化层(1955~1978)、(1978~1989)、(1989~1998)和四个基础层(1955、1978、1989、1998)进行了分析,从而得出洞庭湖区四个不同时段近 50 年土地利用/覆盖类型的变化状况。

斑块特征是非常重要的景观结构指数^[7]。某一类土地利用/覆盖类型占有所有土地利用/覆盖类型的百分比也是一个非常重要的指标。

平均斑块大小在景观尺度上可视为生境破碎化指数,因为一种斑块类型,如果其平均斑块大小比其他斑块类型更小显然可视为其破碎化程度更高^[8]。

$$\text{平均斑块大小} = \sum_{j=1}^n a_{ij} / n_i (1/10\ 000)$$

这里 a_{ij} 是指第 i 类土地覆盖类型第 j 个斑块的面积 (hm^2), n_i 是指第 i 类景观类型的斑块数量。

斑块密度(PD)与斑块数量的基本作用是相似的,但其还表明单位面积上斑块的数量。当所有景观类型的总面积保持不变时,斑斑密度可视为异质性指数,因为一种景观类型的斑块密度大显然意味

着具有较高的空间异质性。’ 斑块密度 = n_i / A

这里 n_i 是指第 i 类景观类型的斑块数量, A 是指所有景观类型的斑块总面积 (km^2)。

2 结果与讨论

2.1 研究区各种土地利用/覆盖类型组份描述

表 2 洞庭湖区各土地利用/覆盖类型组份描述

Tab. 2 Description for Land Use/ Cover Categories in Dongting Lake Area

土地利用/覆盖类型	简单说明
水体	江、湖、航道以及用于养殖的池塘
湿地	主要是洪泛地和湿生植被,有时零星混生一些天然或人工片林
农田	包括水田和旱地及其他可耕地
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
建成区	城区及交通干线

2.2 土地利用/覆盖遥感解译结果精度评价

由于卫星影像本身受到大气、地形变化以及地物光谱特征等因素的影响。同时遥感解译也受解译者对实地了解程度以及可供参考资料状况等因素影响,所以通过遥感解译获取的土地利用类型分类结果,不可能完全反映实际情况。因而需要对遥感解译结果进行精度评价。

本项研究中土地利用/覆盖遥感解译结果的精度评价参照 Jensen 的方法^[6]以误差表的形式表达各时期各种土地利用/覆盖类型的分类精度及相应的误差和总体的分类精度(见表 3、表 4 和表 5)。具体的分类精度及相应的误差和总体的分类精度计算方法如下:

$$A_{pi} = \frac{x_{ii}}{x_{i+}} \tag{1}$$

$$E_{oi} = 1 - A_{pi} \tag{2}$$

$$A_{ui} = \frac{x_{ii}}{x_{+i}} \tag{3}$$

$$E_{ci} = 1 - A_{ui} \tag{4}$$

$$A_o = \frac{\sum_{i=1}^r x_{ii}}{N} \tag{5}$$

上述公式中, A_{pi} 和 E_{oi} 分别为解译者即生产者的分类精度及相对应的遗漏误差; A_{ui} 和 E_{ci} 分别为用户即使用者的分类精度及相对应的冗余误差; A_o 为总体分类精度; x_{ii} 为第 i 种土地利用/覆盖类型确实为该种土地利用/覆盖类型的检验点数; x_{i+} 为分

类误差表中第 i 种土地利用/覆盖类型对应的检验点总数; x_{+i} 为分类误差表中第 i 种土地利用/覆盖类型对应的检验点总数; r 为土地利用/覆盖类

型的总数; N 为随机取样进行精度分析的所有检验点总数。

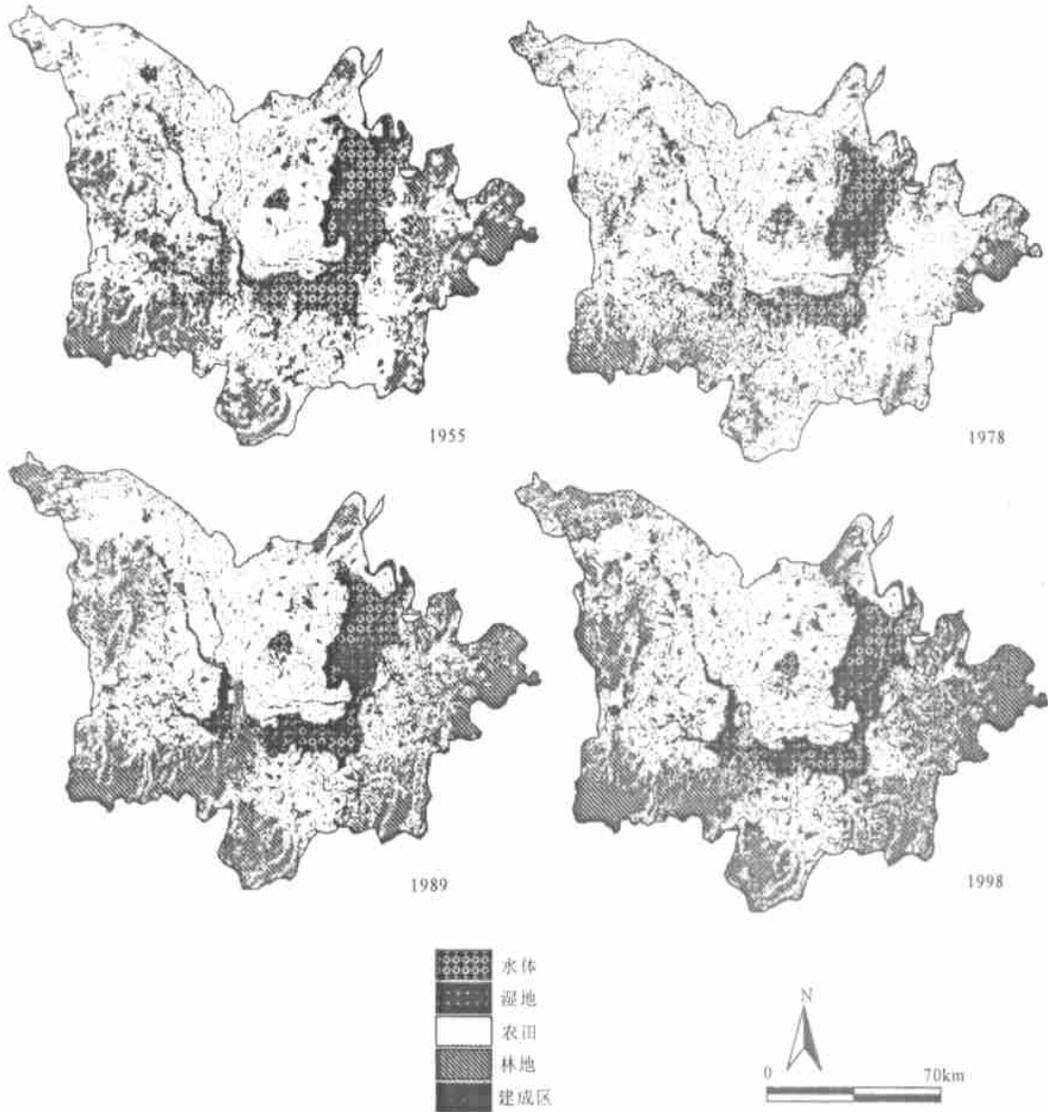


图 1 研究区 1955、1978、1989 和 1998 年土地利用/覆盖类型分类图

Fig. 1 Land Use/ Cover Types of the Study Area in 1955、1978、1989 and 1998

表 3 1978 年土地利用/覆盖遥感分类误差表

Tab. 3 Error Matrix Table of Land Use/ Cover Classifications in 1978

	水体	湿地	农田	林地	建成区	全部	使用者精度(%)	冗余误差(%)
水体	22	1	0	0	1	24	92	8
湿地	2	17	0	1	1	21	81	19
农田	0	0	28	4	4	36	78	22
林地	1	1	2	20	0	24	83	17
建成区	1	1	4	0	14	20	70	30
全部	26	20	34	25	20	125		
生产者精度(%)	85	85	82	80	70			
遗漏误差(%)	15	15	18	20	30			
总体分类精度					81 %			

表 4 1989 年土地利用/覆盖遥感分类误差表

Tab. 4 Error Matrix Table of Land Use/ Cover Classifications in 1989

	水体	湿地	农田	林地	建成区	全部	使用者精度(%)	冗余误差(%)
水体	22	1	0	0	0	23	96	4
湿地	1	19	0	1	1	22	86	14
农田	0	0	27	3	3	33	82	18
林地	1	0	0	24	2	27	89	11
建成区	1	1	3	0	15	20	75	25
全部	25	21	30	28	21	125		
生产者精度(%)	88	90	90	86	71			
遗漏误差(%)	12	10	10	14	29			
总体分类精度					86%			

表 5 1998 年土地利用/覆盖遥感分类误差表

Tab. 5 Error Matrix Table of Land Use/ Cover Classifications in 1998

	水体	湿地	农田	林地	建成区	全部	使用者精度(%)	冗余误差(%)
水体	22	1	0	0	0	23	96	4
湿地	1	20	0	1	0	22	91	9
农田	0	0	28	2	2	32	88	12
林地	0	1	0	25	2	28	90	10
建成区	1	1	3	0	15	20	75	25
全部	24	23	31	28	19	125		
生产者精度(%)	92	87	90	89	79			
遗漏误差(%)	8	13	10	11	21			
总体分类精度					88%			

从表 3、表 4 及表 5 的分类误差表中,可以看出各时段中建成区这一类土地利用类型的分类精度相对较低,仅达 70% 多。因为建成区是混合像元,很容易与其他的土地利用类型混分,而且很多小的城建用地零散分布在大的农田背景中,经过两次滤波可能淹没在农田中了。20 世纪 70 年代原始的 MSS 影像资料上水体与城建用地几乎难以区分。各时期其他土地利用/覆盖类型的分类精度基本上都在 80% 以上,而且随着时间的推移总体分类精度越来越高。因为最近年代 TM 影像的分辨率本身就比 70 年代的 MSS 要高,而且最近年代的遥感影像在解译过程中可以参考利用的资料也相对丰富些,所以利用遥感数据分类的结果更接近于实际情况。本研究中各时段各土地利用类型的分类精度无论是对于解译者还是使用者都是能够满足需求的⁹,这也是可以进行以下其他分析研究的前提条件。

1955 年的土地利用/覆盖分类图是直接根据地形图的地物标记获得的分类结果,土地利用的类型只有 5 种,所以 1955 年土地利用的分类精度不会低

于遥感影像分类的精度。

2.3 土地利用/覆盖的时间变化

转移矩阵(表 6)表明的是不同土地利用/覆盖类型在相邻时段间面积的保留率和转变为其他土地利用/覆盖类型的转移率。

表 6 的结果可以看出:1955~1978 年这一时间段基本上是一个所有其他土地利用/覆盖类型向农田转移的过程,水体、湿地、林地向农田的转移率分别为 38.27%、34.51% 和 49.96%。这与建国后 30 年长江中下游湖区大规模围湖造田的历史是相吻合的^[10],因为在此期间为了满足湖区人口的增长对于耕地的需求,推动湖区经济的发展,在结合治湖的过程共围垦了大通湖、钱粮湖、屈原、君山等 15 个国营农场^[11,12]。而在这一时期湖南省虽然也在大力提倡造林绿化事业,但由于受当时的一些政策和条件的限制,造林面积虚数大保存很少,实际上毁林开荒的面积远大于增加的造林地。

1978~1989 年和 1989~1998 年这两个时间段比较明显的变化就是农田向林地的转移过程,其面

积转移率分别为 23.07%和 16.30%。这应该是湖南省 1981~1989 年多元化造林及 1989~1997 年消灭宜林荒地全面造林的林业政策的成效^[13],而其间的水体、湿地和农田之间的相互转化主要是洞庭湖区泥沙淤积的自然过程及与之前的围湖垦殖活动有

关的湖垸溃决或退田还湖共同作用的结果,1989~1998 年水体和湿地的面积保留率分别比 1978~1989 年高 5.81%和 8.72%。因为建成区的分类精度不是很高,所以对其变化在这里没有作过多的分析,但总体趋势是湖区城市化加剧的一个过程。

表 6 不同时段间(1955~1978)、(1978~1989)和(1989~1998)土地利用/覆盖转移概率

Tab. 6 Land Use/ Cover Transition Proportion(%) in Dongting Lake Area Over Time

	水体	湿地	农田	林地	建成区
1978					
1955					
水体	46.50	11.41	38.27	3.67	0.15
湿地	19.18	44.55	34.51	1.69	0.07
农田	7.76	2.08	77.75	12.24	0.17
林地	1.91	0.06	49.96	48.00	0.07
建成区	23.36	0.74	36.71	4.36	34.83
1989					
1978					
水体	53.45	12.87	27.62	5.49	0.57
湿地	12.67	61.93	23.73	1.41	0.26
农田	5.83	2.96	67.73	23.07	0.41
林地	2.41	0.88	25.02	71.48	0.21
建成区	24.40	2.90	21.94	20.76	30.00
1998					
1989					
水体	59.26	12.26	23.55	3.90	1.03
湿地	9.84	70.65	16.05	2.89	0.57
农田	6.76	2.12	74.22	16.30	0.60
林地	2.02	0.69	19.41	77.53	0.35
建成区	11.25	5.09	32.75	11.35	39.56

2.4 土地利用/覆盖类型景观指数状况

景观指数是评价区域环境变化空间结构的重要手段^[14,15]。因为 50 年代的土地利用/覆盖类型分类结果是在数字化地形图的基础上得出的,在矢量化过程中很容易将原本破碎的同一类土地利用/覆盖类型连成整体,因而最终得出的各类土地利用/覆盖类型的斑块数量会偏低,所以与 1955 年斑块数量有关的景观指数都没有列出。表 7 的结果表明:

1955~1998 年近 50 年时间,洞庭湖区的水体面积不断减少,减少面积为 1 460 km²,其中 1955 年到 1978 年水体面积急剧减少,缩小了 970.57 km²,分别为 1978 到 1989 年和 1989 到 1998 年期间缩小面积的 2.23 倍和 18.05 倍。1978、1989 和 1998 年水体的平均斑块大小分别为 14.39、11.04 和 11.94 hm²,表明 1978 年水体的破碎化程度相对较低,之后破碎化程度略有增加。在此期间反映空间异质性程度的斑块密度变化也反应出同样的趋势。

湖区湿地面积近 50 年逐渐增加,1998 年湿地面积分别为 1955、1978 和 1989 年的 1.46、1.41 和

1.09 倍。湖泊在长期的演变过程中因受泥沙淤积和生物残体沉积的影响,演变为湿地是一种自然现象。1989 年湿地的破碎化程度高一些;其斑块密度也最大,为 1.08 个/km²,分别为 1978 年和 1998 年的 1.74 倍和 1.52 倍。

农田面积百分比从 1955 年的 54.70%增加到 1978 年 62.15%又逐渐降到 1989 年的 51.88%和 1998 年的 48.17%。50 年代到 70 年代末是湖区围湖造田最为严重,农田面积不断扩张的时期,与此同时湖泊迅速萎缩。1978 年洞庭湖区的总人口数比 1952 年增加了 53%^[13],围湖造田满足了湖区日益增长的人口对于土地的需求,对当时社会经济发展是起到了一定的积极作用,但当时的过度围垦也是导致近些年来洪涝灾害频繁的重要原因。80 年代初湖区围垦基本停止,一些已经围垦的老垸由于溃堤而放弃耕作,恢复为水体和湿地及湖区的退田还湖政策,导致农田面积在 1978 年后逐渐减少。1978 年农田的平均斑块大小分别为 1989 年和 1998 年的 1.82 倍和 2.13 倍,表明在 1978 年农田的分布相对

集中连片,而在 1998 年就相对零散。

林地面积 1978 年比 1955 年减少 17%,1989 年比 1978 年增加 57%,1998 年在 1989 年的基础上又增加了 11%,这种变化过程与各个时期的林业政策密切相关。平均斑块大小和斑块密度的变化趋势都

表明,从 1978 年到 1998 年林地越来越集中连片。

从建成区的变化明显看出近 50 年来湖区城市化的进程,尤其 1978 年到 1989 年的快速城市化,建成区的规模也在逐渐增大。

表 7 1955~1998 年各土地利用/覆盖类型的景观指数状况

Tab. 7 Landscape Indices for Land Use/Cover Type of Dongting Lake Area During 1955~1998

	面积(km ²)	面积百分比(%)	斑块数量	平均斑块大小(hm ²)	斑块密度(个/km ²)
水体					
1955	4 377.91	18.28			
1978	3 407.34	14.23	23 679	14.39	0.99
1989	2 971.61	12.41	26 909	11.04	1.12
1998	2 917.84	12.18	24 437	11.94	1.02
湿地					
1955	1 317.52	5.50			
1978	1 361.37	5.68	14 799	9.20	0.62
1989	1 761.25	7.35	25 945	6.79	1.08
1998	1 923.37	8.03	17 116	11.24	0.71
农田					
1955	13 100.17	54.70			
1978	14 884.36	62.15	22 454	66.29	0.94
1989	12 424.62	51.88	34 084	36.45	1.42
1998	11 535.90	48.17	37 100	31.09	1.55
林地					
1955	5 138.94	21.46			
1978	4 257.06	17.78	77 389	5.50	3.23
1989	6 686.56	27.92	35 492	18.84	1.48
1998	7 389.69	30.86	28 440	25.98	1.19
建成区					
1955	12.88	0.05			
1978	37.29	0.16	1 578	2.36	0.07
1989	103.38	0.43	3 660	2.82	0.15
1998	180.62	0.75	5 835	3.10	0.24

3 结语

1955 年到 1998 年近 50 年来洞庭湖区土地利用的时空变化过程及其景观结构的变化是很明显的,这 50 年的变化过程又可分为两个阶段(1955~1978 年和 1978~1998 年)。前一阶段是大规模的围湖造田、农业扩张时期,农业用地占用了大量的水体和林地,导致洞庭湖湖面急剧萎缩,洞庭湖的水文调蓄功能减弱,湖区洪涝灾害频繁,湿地生物资源减少;同时湖区的森林覆盖率明显下降。后一阶段是湖泊和湿地在自然因素影响下演变及有林地扩展的过程,这一时期政府和当地的人们越来越认识到自

然保护的重要性,大规模围垦活动基本停止。水体和湿地的演变过程基本反映的是湖泊的自然演变过程,水体的面积逐渐减少,湿地面积逐渐增加。而在此期间林地扩展的主要导向是林业政策。

参考文献:

- [1] 张修桂. 洞庭湖演变的历史过程[J]. 历史地理, 1981, (创刊号): 99~116.
- [2] 张晓阳, 杜耘, 蔡述明. 洞庭湖演变趋势分析[J]. 长江流域资源与环境, 1995 4(1): 64~69.
- [3] 杨健, 肖文, 匡新安, 等. 洞庭湖、鄱阳湖白鹤滩和长江江豚的生态学研究[J]. 长江流域资源与环境, 2000, 9(4): 444~450.

- [4] 施修瑞, 夏薇, 杨彬. 洞庭湖冲淤变化分析(1956~1995) [J]. 湖泊科学, 1999, 11(3): 199~205.
- [5] 高俊峰, 张琛, 姜加虎, 等. 洞庭湖的冲淤变化和空间分布 [J]. 地理学报, 2000, 56(3): 269~277.
- [6] Jensen J R. Introductory digital image processing: A remote sensing perspective [M]. ed 2. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs. 1996. 247~253.
- [7] Forman R T T. Land Mosaic: the ecology of landscapes and regions [M]. Cambridge University Press, Cambridge. 1995. 43~48.
- [8] Hietala-Koivu R. Agricultural landscape change: a case study in Yläne, southwest Finland [J]. Landscape and Urban Planning, 1999, 46: 103~108.
- [9] 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.
- [10] 施成熙. 中国湖泊概论 [M]. 北京: 科学出版社. 1989. 222~225.
- [11] 卞鸿翔, 龚循礼. 洞庭湖区围垦问题的初步研究 [J]. 地理学报, 1985, 40(2): 131~141.
- [12] 王克英. 洞庭湖区治理与开发 [M]. 长沙: 湖南人民出版社. 1998. 123~139.
- [13] 中共湖南省委办公厅, 中共湖南省委宣传部, 湖南省统计局编. 湖南经济 50 年 [Z]. 长沙: 湖南人民出版社. 1999. 449~699.
- [14] O'Neill R V, Krummel J R, Gardner R H, et al. Indices of landscape pattern [J]. Landscape Ecology, 1988, (1): 153~162.
- [15] Turner B L II. Two types of global change: definitional and spatial scale issues in their human dimensions [J]. Global Environmental Change, 1990, 1(1): 14~22.

LAND USE/COVER CHANGES IN DONGTING LAKE AREA BETWEEN 1955~1998

ZHAO Shu-qing, FANG Jing-yun, CHEN An-ping, CHUI Hai-ting

(Department of Urban and Environmental Science, and MOE Laboratory for Earth Surface Process, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: Land use/cover changes and their landscape structures in Dongting Lake area during 1955~1998 were identified by using Landsat MSS of 1978, TM satellite imagery of 1989 and 1998, along with digitizing topographical maps of research area surveyed in the 1950s. The land coverage was grouped into five types: water body, wetland, cropland, forest and settlement, and overall classification accuracy on Landsat satellite imagery for periods of 1978, 1989 and 1998 were all above 80%. By applying Geographical Information System (GIS), spatial patterns of land use/cover in different stages were explicitly explored. By overlaying four classification maps, the percentage of each type of land use/cover converted into other categories was computed. The area of water body consistently decreased by 1 460 km² over last fifty years, of which 970.57 km² was shrunk between 1955~1978, which was respectively 2.23 times and 18.05 times of that during 1978~1989 and 1989~1998. While the area of wetland increased gradually, its area in 1998 was respectively 1.46 times, 1.41 times and 1.09 times of that in 1955, 1978 and 1989. Cropland area percentage increased from 54.70% in 1955 to 62.15% in 1978 then decreased to 51.88% in 1989, and to 48.17% in 1998. The area of forest decreased by 17% between 1955~1978, compared with a noticeable increase by 57% during 1978~1989, and a slight increase by 11% during 1989~1998. Changes of settlement showed an urbanization process in recent fifty years. All these changes were driven by the complex interactions of physiographic and socioeconomic factors.

Key words: Dongting Lake area; GIS; landscape index; land use/cover change; remote sensing; transition proportion