

基于LUCC的鄱阳湖湿地生态效应分析

祝明霞¹, 喻光明², 赵军凯¹

(1. 九江学院旅游与国土资源学院, 鄱阳湖生态经济研究中心, 江西 九江 332005;

2. 华中师范大学城市与环境科学学院, 湖北 武汉 430079)

摘要:土地利用/土地覆盖变化(LUCC)是内陆湿地演变的重要因素之一,对湿地生态系统产生广泛的生态效应。2000年以来,鄱阳湖湿地土地利用方式和强度发生了较大变化,有必要探究由此引发的生态效应。利用2000–2013年共4个时期的遥感影像,借助RS和GIS工具研究了鄱阳湖湿地各时期的LUCC及其动态度和土地利用综合程度指数,通过景观指数计算,分析了总体景观格局和不同景观类型的变化特征;利用主成分分析和相关分析方法,探讨了总体景观格局指数主成分综合值及其与土地利用程度综合指数的相关性。结果表明,鄱阳湖湿地土地利用结构和方式发生了较大变化,水体和耕地面积逐年下降,林地、建设用地和沙滩地面积逐年增加,土地利用综合程度指数由2000年的249.08上升到2013年的251.41,土地利用强度持续增加;总体景观格局指数和不同景观类型均发生了较大变化,景观趋于多样化、复杂化和破碎化,连通性降低,稳定性变弱;土地利用程度综合指数与总体景观格局指数相关系数为0.927,呈显著正相关,土地利用强度的增加使鄱阳湖湿地景观格局趋于负面化。研究结果反映LUCC引发景观的破碎化和不稳定、鄱阳湖湿地面积的减少以及生物多样性降低等一系列负向生态效应。

关键词:LUCC;景观格局;生态效应;鄱阳湖湿地

中图分类号:X24,P94 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2017)03-0008-07

内陆湿地受人类活动的强烈干扰,并以不同的方式响应这种干扰(Detenbeck, et al, 1999)。土地利用/土地覆盖变化(LUCC)是人类活动对湿地演变的重要干扰方式之一,将导致湿地在景观尺度上发生明显变化,改变湿地水文状态,对湿地生态环境有深刻影响(Torbick et al, 2006)。在不同尺度湿地调查、制图、监测与评估及湿地演变的模型建立等方面,RS和GIS技术为深入研究湿地提供了多种可行的解决方案(Zhang et al, 2011; Kayastha et al, 2012; 马倩, 2012; 杨俊等, 2014; 袁莉蓉等, 2014)。

鄱阳湖为中国第一大淡水湖,属于典型的内陆亚热带湿地,其生物多样性及其保护、湿地变化及其驱动力、湿地利用和保护、生态环境、LUCC等研究一直倍受关注(蔡海生等, 2006; 汪玉如等, 2006; 揭二龙等, 2007; 黄金国等, 2007; 赵其国等, 2007; 胡振鹏, 2012; 冉盈盈等, 2012; 叶春等, 2013)。在LUCC及其生态环境效应方面,张福庆等(2007)利用区域

生态质量指数与LUCC生态贡献率对鄱阳湖区土地利用生态效应进行了定量研究;钟海燕(2011)在评价鄱阳湖区生态环境质量的基础上,分析了LUCC对生态环境的影响。本研究试图利用RS/GIS技术与野外调查相结合的方法,借助相关生态学理论与数学分析方法,以4个时期LUCC的遥感数据为基础,从景观生态学、水文、生物多样性等角度探讨鄱阳湖湿地LUCC的生态效应。

1 区域概况与研究方法

1.1 研究区概况

鄱阳湖位于江西省北部、长江中下游南岸(28°10′~29°51′N, 115°22′~117°12′E),承接五河(赣、抚、饶、修、信)来水,是长江最大的吞吐型湖泊;包括九江市、湖口县、都昌县、鄱阳县、余干县、进贤县、南昌县、新建县(上新建)、永修县、德安县、星子县共计11个县市在内的环鄱阳湖区,面积为19 154 km²。鄱阳湖通过湖口与长江相通,水位变化较大,湿地气候条件优越,四季分明,雨量丰沛,无霜期长,物种多样性和生物量均较高。

1.2 数据来源与处理

1.2.1 数据来源 遥感影像数据为2000年、2004年、2008年和2013年日期相近的4个时期 Landsat

收稿日期:2016-01-04

基金项目:国家自然科学基金(41361003);江西省教育厅科技项目(GJJ14733)。

作者简介:祝明霞,1973年生,女,副教授,主要从事区域土地利用/覆被变化及生态环境研究。E-mail: zhumingxia2001@hotmail.com

影像,影像分辨率为 30 m;其它数据包括 1 : 10 000 土地利用现状图、野外实测数据、相关专题图、《江西统计年鉴》(2001 - 2014)等。

1.2.2 数据处理 在 ARCGIS10.0 平台上,利用 1 : 10 000 地形图对遥感影像进行三级坐标纠正、配准和空间分析;在 ENVI5.0 平台上,将遥感影像进行镶嵌、掩膜和影像增强处理;根据影像解译需要,将 4、3、2 波段进行标准假彩色合成;景观指数计算与分析采用 Fragstats3.4 软件。

参照全国湿地分类系统,结合本区湿地生态系统组成的具体情况,将研究区分为水体、耕地、林地、建设用地、沙地和滩地(主要为泥滩地和草滩地)共计 6 种土地利用类型,结合野外观测和验证建立了鄱阳湖湿地遥感影像解译标志,对遥感影像进行监督分类。

1.3 研究方法

1.3.1 土地利用动态度 选用单一土地利用动态度模型(王秀兰等,1999;郑国强等,2004)计算公式:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$
 (1)

式中:K 为研究时段内某一土地利用类型的动态度;U_a 是研究初期某一土地利用类型的数量;U_b 是研究末期某一土地利用类型的数量;T 为研究时段长。

1.3.2 土地利用程度变化 土地利用综合程度指数模型反映了土地利用的广度和深度(庄大方等,1997),计算公式如下:

$$L_d = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i \times C_i$$
 (2)

式中:L_d 为研究区域土地利用程度综合指数;A_i 为第 i 类土地利用程度分级指数;C_i 为第 i 类土地利用程度分级指数面积比;n 为区域土地利用程度分级指数。

1.3.3 主成分分析方法 主成分分析是把多个指标转化为少数几个综合指标(主成分)的多元统计方法(朱建平,2012)。本文利用 SPSS18.0 对研究期间鄱阳湖湿地总体景观格局指数进行分析,旨在计算各年份总体景观格局指数主成分综合值。

1.3.4 相关分析方法 相关分析是研究变量之间在密切联系程度的一种常用统计方法(张静,2007;汪冬华,2010)。本文运用 SPSS18.0 计算研究期间鄱阳湖湿地土地利用程度综合指数与总体景观格局指数主成分综合值之间的相关性。

2 结果与分析

2.1 土地利用变化

根据 1.2 描述的方法对 4 期遥感影像分别进行解译,并野外抽样验证,验证的分类精确度为 86.3% ~ 91.5%,精度较高。利用 ARCGIS 对各个时期土地利用分类结果进行统计,结果如图 1 所示。

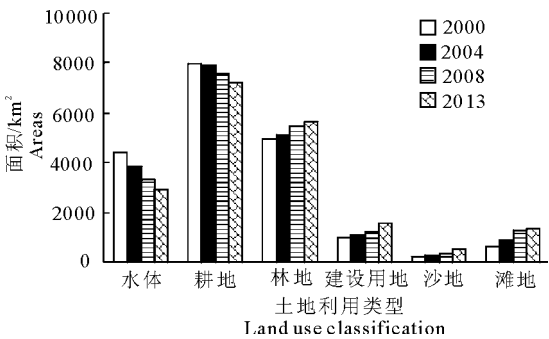


图 1 2000 - 2013 年鄱阳湖湿地土地利用分类

Fig.1 Land use classification of Poyang Lake Wetland (2000 - 2013)

图 1 表明,耕地、林地和水体是鄱阳湖湿地主要土地利用方式,研究时段内其土地利用结构和方式发生了较大变化,其中水体和耕地呈逐年下降的趋势,其它类型土地面积逐渐增加。水体的变化幅度最大,年均减少 117.62 km²;其次是耕地,年均减少 59.67 km²;林地年均增加 55.85 km²;滩地年均增加 53.3 km²;建设用地年均增加 45.99 km²;沙地年均增加 22.14 km²。在研究时段内,受国家退耕还林和湿地保护政策的影响,耕地面积持续减少,林地面积逐年增加。从土地利用类型的年际变化来看,鄱阳湖湿地的水体减少量很大,受水体面积萎缩的影响,大量沿湖沿河滩地和沙地出露地表,面积不断增加;随着经济的快速发展,城乡建设用地需求不断增长,故而建设用地也呈逐年增加趋势,尤其是经济发展较快的 2008 - 2013 年,建设用地增量很大,说明鄱阳湖湿地土地利用类型的变化受人为因素影响较大。利用公式(1)计算出鄱阳湖湿地土地利用动态度见表 1。

表 1 可见,2000 - 2004 年以及 2004 - 2008 年,滩地动态度变化最大,年增加速率分别为 10.45% 和 11.11%,耕地动态变化最小;2008 - 2013 年,沙地动态度变化最大,年增加速率为 8.42%,其次是建设用地,动态变化最小的是林地。

表1 2000-2013年鄱阳湖湿地土地利用动态度

Tab.1 Land use change dynamics of Poyang Lake Wetland (2000-2013)						
年份	不同湿地的土地利用动态度/%					
	水体	耕地	林地	建设用地	沙地	滩地
2000-2004	-3.45	-0.18	0.98	3.92	7.03	10.45
2004-2008	-3.28	-1.24	1.65	1.73	7.52	11.11
2008-2013	-2.54	-0.86	0.70	6.18	8.42	0.57

运用公式(2)计算出2000年、2004年、2008年和2013年鄱阳湖湿地的土地利用综合程度指数分别为249.08、249.37、250.03和251.41,依次增大,说明人类对土地利用的程度呈增强趋势。

2.2 景观格局变化

参照景观指数各指标相应的生态意义(喻光明,2006;邬建国,2007),根据研究区的具体情况,选取斑块个数(NP)、斑块密度(PD)、最大斑块指数(LPI)和景观形状指数(LSI)共计4个景观斑块类型和景观分离度指数(DIVISION)、景观多样性指数(SHDI)、景观聚集度指数(CONTAG)、景观均匀度指数(SHEI)和离散度指数(SPLIT)共计5个景观类型指标,分析鄱阳湖湿地的景观空间格局变化特征。

表2 2000-2013年鄱阳湖湿地总体景观格局指数

Tab.2 Overall landscape pattern index of Poyang Lake Wetland (2000-2013)									
年份	NP	PD	LPI	LSI	CONTAG	DIVISION	SPLIT	SHDI	SHEI
2000	629534	19.0549	13.9909	302.7571	52.9665	0.9384	16.2291	1.4716	0.7562
2004	592141	17.9231	13.9910	271.7858	52.6742	0.9436	17.7344	1.5054	0.7736
2008	674555	20.4244	13.9867	307.4771	50.8106	0.9444	17.9888	1.5395	0.7912
2013	719445	21.7836	13.9867	295.8974	50.2142	0.9462	18.5750	1.5672	0.8054

表3 2000-2013年鄱阳湖湿地不同景观类型斑块动态变化

Tab.3 Patch dynamics of different landscapes in Poyang Lake Wetland (2000-2013)							
年份	指数	水体	耕地	林地	建设用地	沙地	滩地
2000	NP	50325	122243	211769	41260	110567	93366
	PD	1.5233	3.7323	6.4099	1.2489	3.3467	2.8260
	LPI	9.7246	2.1137	0.0554	0.0340	0.1501	4.2668
	LSI	134.7191	470.6946	537.1669	199.7880	269.9221	459.1594
2004	NP	53560	83456	143949	139227	39992	131953
	PD	1.6212	2.5261	4.3571	4.2142	1.2105	3.9940
	LPI	6.7100	3.0680	2.3477	0.0585	0.0375	0.6087
	LSI	157.4152	423.2253	337.1562	443.1673	187.1671	275.1477
2008	NP	63882	55734	154746	138894	113570	147723
	PD	1.9342	1.6875	4.6854	4.2055	3.4387	4.4728
	LPI	4.9530	0.0384	1.1142	0.1070	1.5909	6.0053
	LSI	182.4241	241.4740	288.9457	436.8421	477.4619	390.4754
2013	NP	43492	114924	80349	211638	62887	206151
	PD	1.3169	3.4797	2.4328	6.4080	1.9041	6.2419
	LPI	3.5175	1.4631	4.2290	0.1713	0.0632	1.0583
	LSI	161.7826	461.0805	265.0717	539.2518	269.8481	310.1653

由表3可知,2000-2008年,由于人类的改造和利用,耕地的斑块数逐渐减少且趋于集中连片分

布;2008-2013年又重新趋于细化。研究期间,林地NP和PD总体呈下降趋势,表明由于人为种植经

2.2.1 总体景观水平格局变化 借助Fragstats3.4软件,根据所选景观格局指标对研究区4个时期的总体景观指数进行计算,结果见表2。

由表2可知,2000-2013年鄱阳湖湿地总体LPI和LSI指数波动不大,NP和PD呈先降后升的趋势,CONTAG逐年降低;而DIVISION、SPLIT、SHDI和SHEI均逐年上升,说明研究期间最大斑块面积变化不大,景观形状改变不明显,景观的变化趋势为逐渐趋于多样化、复杂化和破碎化,景观连通性降低,廊道被阻断,斑块之间隔离程度增加;鄱阳湖湿地景观中小拼块数量增加,内部生境面积缩小,景观被分割成较小的景观斑块,景观破碎化程度加剧,从而引起生物多样性的退化乃至丧失,生物多样性降低,稳定性逐渐变弱,人类活动对湿地景观的影响不断增强。由于人类活动的干扰,鄱阳湖湿地景观空间异质性增加,对生态系统的结构、功能和稳定性均有较大的影响,致使研究区生态环境脆弱性增强。

2.2.2 不同景观类型变化 研究期间各个景观类型发生了较大的变化,计算结果如表3所示。

济林,林地趋于集中片状分布;建设用地和滩地的 NP 和 PD 显著增加,表明建设用地和滩地的景观斑块破碎化程度加剧;建设用地的 LPI 由 2000 年的 0.034 上升到 2013 年的 0.1713,LSI 由 2000 年的 199.788 上升到 2013 年的 539.2518,说明在景观破碎化程度加剧的同时,建设用地也呈现出更大规模不规则的连片分布;沙地的斑块数量有所下降,原来一些小的沙地斑块趋于集中成片分布;水体受人类活动影响非常明显, NP 和 PD 在 2000 - 2008 年均呈持续增加趋势,2008 - 2013 年下降, NP 和 PD 总体减小, LPI 指数先增后减,由 2000 年 9.7246 显著下降到 2013 年的 3.5172,说明研究期间,鄱阳湖湿地水体数量和密度先增加后急剧减少,一些湖泊和坑塘水面由于人类活动的影响而消失,最大水体鄱阳湖占研究区面积的比例逐年快速下降,鄱阳湖面积萎缩。

3 LUCC 的生态效应分析

3.1 鄱阳湖湿地 LUCC 与景观格局的关系

在 SPSS 支持下对研究期间鄱阳湖湿地总体景观格局指数进行主成分分析(表 4)。根据方差和累计贡献率构建总体景观格局指数主成分 f_1 和 f_2 。

表 4 2000 - 2013 年鄱阳湖湿地总体景观格局指数主成分解释的总方差

Tab. 4 Total variance of the overall landscape pattern index of Poyang Lake Wetland based on principal component analysis (2000 - 2013)						
成份	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差/%	累积/%	合计	方差/%	累积/%
1	7.058	78.419	78.419	7.058	78.419	78.419
2	1.769	19.660	98.079	1.769	19.660	98.079

将 f_1 f_2 的特征向量标准化,得出主成分表达式:

$$f_1 = 0.34x_1 + 0.34x_2 - 0.361x_3 + 0.12x_4 - 0.375x_5 + 0.323x_6 + 0.327x_7 + 0.369x_8 + 0.369x_9$$
$$f_2 = 0.283x_1 + 0.283x_2 - 0.159x_3 + 0.697x_4 - 0.054x_5 - 0.382x_6 - 0.369x_7 - 0.148x_8 - 0.148x_9$$

再以每个主成分所对应的特征值占所提取主成分总的特征值之和的比例作为权重计算主成分综合模型,即 $F = 0.741f_1 + 0.259f_2$,据此计算得到 2000 年、2004 年、2008 年和 2013 年的总体景观格局综合指数主成分综合值分别为 -1.888、-1.742、1.285 和 2.345。

将 2000 - 2013 年研究区土地利用程度综合指数与总体景观格局指数主成分综合值进行相关性分

析,得到二者的相关系数为 0.927 ($\alpha = 0.05$),说明土地利用强度的增加使得该区的景观格局趋于负面化,变得更加破碎,生物多样性降低。

3.2 鄱阳湖湿地 LUCC 的生态水文响应

水文因子是生态环境的一个重要因子。鄱阳湖湿地位于长江中下游地区,湿地气候变化、长江水位变化及长江干流径流拥堵湖口等因素都会影响鄱阳湖湿地的水文状况(赵军凯等,2013)。本研究以水域面积的变化来分析 LUCC 的生态水文响应。

通过遥感影像提取研究区 4 个时期水域面积如图 2 所示。2000 - 2013 年鄱阳湖湿地水域面积明显减少,4 个时期的水域面积分别为 4 418.67、3 809.3、3 309.31、2 889.61 km²,减少量依次为 609.37、499.98、419.71 km²,年均减少量为 117.62 km²。

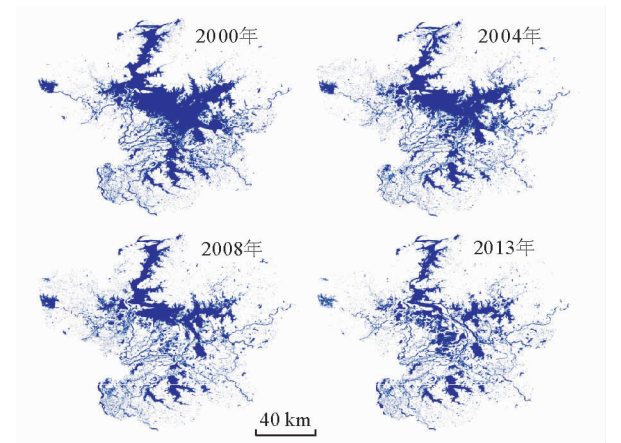


图 2 2000 - 2013 年鄱阳湖湿地水域面积的变化
Fig. 2 Changes in the water area of Poyang Lake Wetland (2000 - 2013)

从水文效应来看,由于人类活动的干扰和土地利用方式的改变,土地利用综合程度指数逐年增加,整个研究区天然湿地面积不断减少,即 LUCC 影响着鄱阳湖湿地水域面积的变化,水域面积逐年递减;而鄱阳湖水域面积的变化又影响并改变着鄱阳湖湿地局部的生态系统环境。

3.3 鄱阳湖湿地 LUCC 对生物多样性的影响

根据以上研究,虽然研究区林地面积的逐年增加会对生物多样性产生积极作用,但是由于人类活动的加剧,建设用地面积逐年几乎以林地增加的速度在增加,而建设用地对区域生物多样性具有显著负效应(林世滔等,2015);就鄱阳湖底栖动物而言,浅水湖泊无论是物种、生物量和密度均高于河道和主体湖(吴小平 2014);湖泊面积的变化会引起鄱阳湖湿地水陆交替出现的生态景观,而这一景观区域

正是湿地生物多样性分布的主要区域,也是人类活动最活跃的区域(谢冬明等,2015)。

2000年以来,由于人类活动的干扰,如研究时段初期鄱阳湖周边大量的拦湖养殖和建设用地的增加,使得鄱阳湖湿地自然景观变化最显著的表现就是湖泊数量减小和面积的不断减小,以前的浅水湖和水陆交替区域随之消失。鄱阳湖面积的萎缩使水生生物的生境遭到较大破坏,甚至是生境丧失,由此导致生物多样性降低,野生鱼类的种类显著减少,一些水生生物逐渐消失(汪玉如等,2006);这与胡振鹏等(2015)的鄱阳湖湿地植被正在逐步退化,围垦、水位低枯、挖沙等是其主要原因的结论一致。

土地利用程度的加剧,使鄱阳湖湿地原有的相互连通的自然景观变成相互隔离的较小破碎景观,一些廊道消失,导致生物生境的不连续和破碎化;而生境破碎化对生物多样性会产生负面效应(穆少杰等,2014;武晶等,2014),使生物的生存和活动空间缩小,生物的生长、觅食、迁徙和繁殖等活动受到严重影响,进而导致鄱阳湖区野生生物数量逐年减少。黄金国等(2007)研究表明,农业扩张、掠夺式经营等人类活动使鄱阳湖湿地生物多样性受到严重威胁。因此,鄱阳湖湿地 Lucc 引起的自然景观减少和人为景观增多,造成生物生境的碎化,也是造成生物多样性降低的直接和主要原因。

4 结论

(1)耕地、林地和水体是支撑鄱阳湖湿地土地利用方式的主体。2000-2013年,研究区耕地和水体呈减少趋势,林地、建设用地、滩地和沙地呈上升趋势;土地利用综合程度指数由研究期初的 249.08 上升到研究期末的 251.41,表明人类对土地利用的程度处于增强趋势,人类活动导致土地利用结构和方式发生了较大变化。

(2)鄱阳湖湿地总体景观格局指数和不同景观类型均发生了较大变化。研究期间景观逐渐趋向多样化、复杂化和破碎化,景观连通性降低,稳定性变弱,生态环境脆弱性增强。

(3)鄱阳湖湿地土地利用程度综合指数与总体景观格局指数的相关系数高达 0.927,说明 Lucc 与景观格局关系非常密切,土地利用强度的增加使研究区的景观格局趋于负面化,变得更加破碎;Lucc 影响鄱阳湖湿地水域面积的变化,土地利用强度的增强使天然湿地面积和水体数量逐渐减少;Lucc 导致的水体数量和面积的减少以及生物生境

的碎化,最终导致生物多样性降低。

(4)鄱阳湖湿地 Lucc 已经引发一系列的生态效应,这一结果对于合理利用和保护湿地土地资源、重视湿地开发过程中的生态环境、促进湿地持续健康发展具有重要的警示意义。

本文以遥感影像作为主要数据进行分析研究,虽然遥感影像对湿地土地利用的分类发挥了很大的作用,由于影像精度、分辨率等问题,使得湿地土地利用的分类有一定的误差;另外,由于资料限制,本文仅以水域面积的变化来分析 Lucc 的生态水文响应,而未考虑气候变化和流域来水等因素。因此,本次研究结果还有待进一步验证。

参考文献

- 蔡海生,张学玲,朱德海,2006. 鄱阳湖区土地利用及其退化研究[J]. 人民长江,37(11): 86-89.
- 胡振鹏,2012. 鄱阳湖流域生态修复的理论、方法及其应用[J]. 长江流域资源与环境,21(3): 259-267.
- 胡振鹏,葛刚,刘成林,2015. 鄱阳湖湿地植被退化原因分析及其预警[J]. 长江流域资源与环境,24(3): 381-386.
- 黄金国,郭志永,2007. 鄱阳湖湿地生物多样性及其保护对策[J]. 水土保持研究,4(1): 305-312.
- 揭二龙,李小军,刘士余,2007. 鄱阳湖湿地动态变化及其成因分析[J]. 江西农业大学学报, 29(3): 500-503.
- 林世滔,陈文波,2015. 人类活动对鄱阳湖生态经济区生物多样性的影响研究[J]. 江西农业大学学报,37(5): 938-946.
- 马倩,2012. 新疆甘家湖湿地土地利用变化及其生态环境效应[J]. 干旱区资源与环境,26(1): 189-193.
- 穆少杰,周可新,方颖,等,2014. 构建大尺度绿色廊道保护区域生物多样性[J]. 生物多样性,22(2): 242-249.
- 冉盈盈,王卷乐,张永杰,2012. 鄱阳湖地区土地覆盖空间分布格局与景观特征分析[J]. 地理信息科学学报,14(3): 327-337.
- 汪冬华,2010. 多元统计分析与 SPSS 应用[M]. 上海:华东理工大学出版社: 180-188.
- 汪玉如,曾南京,涂晓斌,等,2006. 鄱阳湖湿地保护现状与对策研究[J]. 江西农业大学学报:社会科学版,5(4): 99-101.
- 王秀兰,包玉海,1999. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展,18(1): 81-87.
- 邬建国,2007. 景观生态学:格局、过程、尺度与等级[M]. 北京:高等教育出版社: 106-125.
- 吴小平,2014. 底栖动物资源及其动态变化考察报告[R].
- 武晶,刘志明,2014. 生境破碎化对生物多样性的影响研究综述[J]. 生态学杂志,33(7): 1946-1952.

- 谢冬明, 金国花, 2015. 鄱阳湖湿地生物多样性保护生态功能重要性评价[J]. 江西农业大学学报, 7(5): 932 - 937.
- 杨俊, 单灵芝, 席建超, 等, 2014. 南四湖湿地土地利用格局演变与生态效应[J]. 资源科学, 36(4): 856 - 864.
- 叶春, 赵晓松, 吴桂平, 等, 2013. 鄱阳湖自然保护区植被生物量时空变化及水位影响[J]. 湖泊科学, 25(5): 707 - 714.
- 喻光明, 魏雅丽, 陶文星, 等, 2006. 土地整理对区域景观格局的影响: 以湖北省安陆市辛榨乡基本农田整理项目为例[J]. 华中师范大学学报, 40(3): 457 - 461.
- 袁莉蓉, 齐婷, 喻光明, 2014. 内陆湿地土地利用变化的生态效应: 以斧头湖为例[J]. 海洋湖沼通报, (1): 129 - 136.
- 张福庆, 陈文波, 2007. 鄱阳湖区土地利用的生态效应[J]. 生态学杂志, 26(7): 1058 - 1062.
- 张静, 王本德, 2007. 基于相关分析的雨量站选择及洪水预报方法[J]. 水文, 27(3): 31 - 34.
- 赵军凯, 李九发, 蒋陈娟, 等, 2013. 长江中下游河湖水量交换过程[J]. 水科学进展, 24(6): 759 - 770.
- 赵其国, 黄国勤, 钱海燕, 2007. 鄱阳湖生态环境与可持续发展[J]. 土壤学报, 44(2): 318 - 325.
- 郑国强, 江南, 史同广, 2004. 长江三角洲土地利用变化及驱动力分析[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 28(6): 18 - 22.
- 钟海燕, 2011. 鄱阳湖区土地利用变化及其生态环境效应研究[D]. 南京: 南京农业大学.
- 朱建平, 2012. 应用多元统计分析[M]. 北京: 科学出版社: 93 - 106.
- 庄大方, 刘纪远, 1997. 中国土地利用程度的区域分异模型研究[J]. 自然资源学报, 12(2): 105 - 111.
- Detenbeck N E, Galatowitsch S M, Atkinson J, et al, 1999. Evaluating perturbations and developing restoration strategies for inland wetlands in the Great lakes basin[J]. Wetlands, 19(4): 789 - 820.
- Kayastha N, Thomas V, Galbraith J, et al, 2012. Monitoring Wetland Change Using Inter-Annual Landsat Time-Series Data[J]. Wetlands, 32(6): 1149 - 1162.
- Torbick N M, Qi J, Roloff G J, et al, 2006. Investigating impacts of Land-use land cover change on wetlands in the Muskegon River wetland, Michigan, USA[J]. Wetlands, 26(4): 1103 - 1113.
- Zhang R, Tang C, Ma S, et al, 2011. Using Markov chains to analyze changes in wetland trends in arid Yinchuan Plain, China[J]. Mathematical and Computer Modelling, 54(3): 924 - 930.

(责任编辑 万月华)

Analysis of the Ecological Effects of LUCC in Poyang Lake Wetland

ZHU Ming-xia¹, YU Guang-ming², ZHAO Jun-kai¹

(1. College of Tourism and Land Resource, Jiujiang University, Poyang Lake Eco-economy

Research Center, Jiujiang 332005, P. R. China;

2. College of Urban and Environmental Sciences, Central China Normal

University, Wuhan 430079, P. R. China)

Abstract: Land use/cover change (LUCC) is one of the important factors in the evolution of inland wetlands resulting from human activities and it has wide ranging ecological effect on wetland ecosystems. Since 2000, intense use has dramatically altered the land use pattern of Poyang Lake wetland and it is important to explore the resulting ecological effects. Using RS and GIS, we studied the LUCC, change dynamics and the comprehensive index of land use in Poyang Lake wetland, based on remote sensing images captured at the same time of year in 2000, 2004, 2008 and 2013. Changes in the overall landscape pattern and various landscape types were analyzed by calculating the landscape index for each year. The relationship between the comprehensive index of land use degree and the overall landscape pattern index was characterized using principal component analysis (PCA) and correlation analysis (CA). The goal of this study was to explore the ecological effects of LUCC in the Poyang Lake wetland from the perspectives of landscape ecology, hydrology and biodiversity. Six wetland use patterns in Poyang Lake wetland were identified, based on the national wetland classification system and characteristics of the Poyang wetland ecological system: water, cultivated land, forest land, construction zones, sand and beaches. Year by year, land structure and use patterns markedly changed as areas covered by water and cultivated land decreased and areas covered by forest, construction zones, sand and beaches increased. Land use intensity increased continuously and the comprehensive land use index in Poyang Lake wetland increased from 249.08 in 2000 to 251.41 in 2013. Large changes in the wetland landscape are indicated by the change in landscape pattern index. During the study period, the landscape tended to become more diverse, complex and fragmented. The connectivity and stability of the landscape were reduced. There was a significant positive correlation between the comprehensive index of land use degree and the overall landscape pattern index ($R^2 = 0.927$). Increases in land use intensity had a negative effect on the landscape pattern in Poyang Lake wetland as the landscape became more fragmented. The LUCC in Poyang Lake wetland has caused a series of negative ecological effects with landscape fragmentation leading to declines in wetland stability, area and biodiversity. This study provides a warning and demonstrates the need to develop policies guiding the reasonable use and conservation of wetland resources and to protect the ecological environment while exploiting wetland resources.

Key words: land use/cover change; landscape pattern; ecological effects; Poyang Lake wetland