

升金湖国家自然保护区土地利用生态风险评价

盛书薇, 董斌, 李鑫, 李欣阳, 汪庆, 杨少文, 汪涛, 杨李, 钱国英

(安徽农业大学 理学院, 安徽 合肥 230036)

摘要: [目的] 为了有效保护升金湖国家自然保护区生态环境。[方法] 根据安徽省升金湖国家自然保护区 1986, 2002 和 2011 年 3 期 TM 遥感影像, 运用 ERDAS, ArcGIS 等软件, 结合升金湖自然保护区土地利用现状, 将升金湖自然保护区试验区、核心区、缓冲区 3 个功能区的影像进行监督分类, 划分成建设用地、草地、耕地、林地、水域、未利用地、交通用地和园地 8 个地类, 并统计各土地利用类型面积。采用层次分析法和模糊数学法建立土地利用生态风险评价模型, 计算土地利用生态风险指数。[结果] 保护区整体的土地利用生态风险等级为中级, 1986—2011 年, 土地利用生态风险逐渐增强。其中, 核心区的土地利用生态风险指数相对较低, 但也呈逐渐增强趋势; 试验区的土地利用生态风险指数较大, 缓冲区的土地利用生态风险指数变化明显, 土地利用生态风险较严重。[结论] 升金湖自然保护区生态风险呈上升趋势, 需要采取措施, 建立预警机制, 有效控制升金湖的生态风险。

关键词: 自然保护区; 土地利用; 生态风险; 评价模型; 升金湖

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)03-0305-06

中图分类号: X36, F590

DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2015.03.062

Ecological Risk Assessment of Land Use in Shengjin Lake National Nature Reserve

SHENG Shuwei, DONG Bin, LI Xin, LI Xinyang,

WANG Qing, YANG Shaowen, WANG Tao, YANG Li, QIAN Guoying

(School of Science, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036, China)

Abstract: [Objective] To protect Shengjin Lake national nature reserve, in Anhui Province, effectively. [Methods] On the basis of three periods of TM remote sensing images of Shengjin Lake national nature reserve in 1986, 2002 and 2011, by using ERDAS and ArcGIS tools, in consideration of the current land use in Shengjin Lake nature reserve for supervision classification, the Shengjin Lake nature reserve was classified into three function areas, such as experimental area, core area and buffer area. The nature reserve area was divided into eight parts of construction land, grassland, cultivated land, forest land, waters, unused land, traffic land and garden plot, and the land use area was summarized. By using the hierarchical analysis and fuzzy mathematics method of land use to build ecological risk assessment model, the ecological risk index of land use was draw up. [Results] The overall risk value of Shengjin Lake was intermediate, and the ecological risk index increased gradually from 1986 to 2011. Among them, the core area of ecological risk was lower, but it also trended to increase gradually. At the same time, experimental area of ecological risk value was higher than that of the core area, and the buffer area ecological risk value variation was obvious and ecological risk of land use was serious. [Conclusion] The ecological risk of Shengjin Lake nature reserve tends to rise. Some measures should be taken to build early warning mechanism to control the ecological risk of Shengjin Lake nature reserve.

Keywords: national nature reserve; land use; ecological risk; evaluation model; Shengjin Lake

随着人类社会的发展, 土地的利用也发生着剧烈的变化, 土地利用的变化对土地生态系统的各个方面以及对区域的生态安全起着重要的作用。因此, 研究土地利用生态风险, 对于了解生态环境和合理利用

土地资源, 恢复和治理生态环境具有极其重要的现实意义, 也能为制定生态安全条件下的土地利用规划提供科学依据^[1]。20 多年来, 生态风险评价研究经历了从环境风险到生态风险再到区域生态风险评价的

收稿日期: 2014-03-03

修回日期: 2014-04-21

资助项目: 安徽省国土资源厅科技项目“升金湖国家自然保护区土地利用/覆被变化与生态风险评价研究”(2012-K-24); 安徽农业大学资助引进与稳定人才科研启动项目(wd2011-07); 安徽省国土资源厅科技项目(2011-K-23); 安徽省高校省级自然科学基金项目(KJ2012Z108); 安徽省国土资源科技项目(2013-K-10)

第一作者: 盛书薇(1990—), 女(汉族), 安徽淮南市人, 硕士研究生, 研究方向为土地信息技术及管理。E-mail: 1016957650@qq.com。

通信作者: 董斌(1970—), 男(汉族), 安徽怀宁人, 博士, 教授, 硕士生导师, 主要从事测绘地理信息技术及其生态环境应用研究。E-mail: dbhy123@sina.com。

发展历程^[2],区域生态风险评价近年来成为生态风险研究的重要方向。区域生态风险评价是在区域尺度上描述和评估区域的环境污染、人为活动或自然灾害对生态系统及其组分产生不利作用的可能性和大小的过程^[3]。近年来,国内外都有一些区域生态风险评价的研究,国外的研究主要有:在土地利用变化生态风险方面,Wallack^[4]根据土地利用方式、营养物质浓度与杀虫剂浓度之间的相关关系,以土地利用方式等数据代替杀虫剂浓度,通过分区的方法定量地评价了杀虫剂对水域造成的可能影响;Walker等^[5]评价了农业土地利用和居住用地扩展对区域生态系统产生的潜在生态风险;Angela等^[6]研究了Codorus Creek流域多压力因子区域生态风险,利用相对风险评价的方法思想构建了基于压力因子—受体—生境三者相互关系的概念模型。国内的研究主要有殷浩文^[7]将生态风险评价过程分为5个基本部分:风险源分析、受体评价、暴露评价、危害评价和风险表征;王春梅等^[8]应用Blither生态风险评价模式对东北地区森林资源进行了生态风险评价研究,指出东北区森林生态系统存在的主要生态风险问题。

升金湖自然保护区作为重要的国家自然保护区,其生态环境状况的好坏不仅影响到人类的生活,还影响到很多珍稀鸟类的生存,因此对升金湖保护区的土地利用生态风险状况进行评价,划分土地利用生态风险等级,研究土地利用生态风险高低的原因,并给出治理意见,为当地的土地资源管理提供科学依据,促进当地土地利用与生态环境的协调发展十分的必要^[9]。

1 研究区概况

升金湖国家自然保护区位于安徽省南部池州市境内,濒临长江。地处东经116°55′—117°15′,北纬30°15′—30°30′。坐落于东至县与贵池区交界处,全境以升金湖为中心,沿岸分别向外延伸2.5 km左右。总面积3 3340 hm²,其中升金湖面积13 300 hm²。升金

湖功能区划分为核心区、缓冲区、试验区3个部分。其中,核心区10 150 hm²,位于保护区中心部位,主要由水面组成,是珍稀水鸟集中分布的区域。缓冲区10 300 hm²,位于核心区外围,由保护区、退耕还湖人工圩、滩涂组成,有一定数量的珍稀水鸟分布。试验区12 890 hm²,主要由保护区内沿湖四周的陆地部分组成。保护区以升金湖为主体,由升金湖及周围的滩地组成,保护区除水域外,耕地占用面积最大,其次是林地,主要分布在保护区的东南方。园地、草地面积较小。保护区内生物资源极其丰富,生物种类繁多。升金湖是中国东部大型水禽重要的越冬地和迁徙停歇地。随着经济和社会的发展,如何在土地利用过程中既保证资源的有效利用,又能规避可能产生的生态风险,有效地保护与改善生态环境,这成为升金湖保护区土地利用生态风险研究的重点^[10]。

2 研究方法

2.1 数据源选择与数据预处理

本文采用的土地利用数据为升金湖保护区1986年7月、2002年7月、2011年8月(月平均降雨量分别为173 mm,171 mm和170 mm)3期TM遥感影像,根据地区地理特征和影像质量,结合升金湖保护区1:10 000地形图和升金湖保护区功能分区图,运用ERDAS软件,进行波段融合、几何校正、图像增强和裁剪等数据预处理。参考中华人民共和国土地管理行业标准县级土地利用总体规划编制规程及相关文献,结合研究区实际情况,通过监督分类将保护区的现状土地覆被类型分为8个地类:建设用地、草地、耕地、林地、水域、未利用地、交通用地和园地^[11],分类结果经检验,Kappa系数为0.91,将外业调查的210个样点与影像图进行比照,95%的样点与影像相符,分类精度较高。再运用ArcGIS软件的统计功能对各地类面积进行统计,得出各地类面积及土地利用转移矩阵(表1)。

表1 1986—2011年升金湖土地利用转移矩阵

hm²

土地类型	A 建设用地	A 草地	A 耕地	A 林地	A 水域	A 未利用地	A 交通用地	A 园地
B 建设用地	36.02	1.80	465.66	10.89	30.42	3.60	1.35	0.09
B 草地	0.18	82.71	249.93	52.02	16.56	18.81	2.07	0.00
B 耕地	0.60	183.06	11 615.85	730.17	1 789.20	256.05	17.73	0.90
B 林地	0.81	14.04	1 825.20	3 027.51	69.84	295.29	0.81	0.54
B 水域	0.72	143.10	3 217.59	435.78	6 146.28	129.87	6.48	0.09
B 未利用地	0.20	94.41	337.59	76.68	62.55	48.69	2.34	0.09
B 交通用地	1.53	4.23	739.08	3.24	82.71	2.52	0.45	0.00
B 园地	0.00	12.69	775.44	125.37	39.51	40.86	0.63	0.18

注:A代表1986年,B代表2011年。

从表1中可以看到,25 a,各地土地利用类型的面积均有变化,尤其是耕地和水域的面积变化比较明

显,耕地减少了4 604.58 hm²,有465.66 hm²转变成建设用地,3 717.59 hm²转变成了水域,建设用地和

交通用地都有所增加。

参考池州市统计年鉴,经济数据公报,整理当地的社会,经济,环境数据,采用相关分析方法,筛选与升金湖保护区土地利用生态风险相关的指标,运用层次分析法确定生态风险指标权重,建立生态风险评价模型,最后计算土地利用生态风险指数。

2.2 模糊数学综合评价法

层次分析方法是美国运筹学家萨蒂于 20 世纪 70 年代提出的一种定性与定量相结合的系统分析方法^[12]。该方法既可以把定量与定性分析有机结合起来,又能体现生态风险评价的综合性、整体性和层次性。模糊数学综合评价是以模糊数学为基础,应用模糊关系合成的原理,将不易定量的因素定量化,从而实现评价的一种方法^[13]。这两种方法在区域风险评价中应用较广泛。本文在层次分析法确定各项因子权重的基础上,利用模糊数学模型综合评价升金湖保护区土地利用生态风险,计算土地利用生态风险指数,划分土地利用生态风险等级,分析土地利用生态风险状况。

2.3 评价指标因子及其权重

将升金湖保护区的遥感影像,运用 ERDAS 软件中的 Classifier 模块专家分类器分别提取建设用地、

草地、耕地、林地、水域、未利用地、交通用地和园地,将这 8 类土地利用类型合并成土地利用格局图。利用景观生态分析软件 Fragstats 对斑块、类型和景观等森林景观指数分别进行计算,从而得到整个研究区域 3 个时期的景观指数^[14]。升金湖土地利用生态风险的研究,不仅是从景观角度评价生态风险,主要研究土地利用的变化引起的土地利用生态风险的变化,包括土地、景观和人类活动的影响,得出的结果比较综合全面。

土地利用生态风险评价因子的选择及其权重的确定是评价的关键。升金湖保护区土地利用生态风险评价,主要是研究土地利用对人类及社会持续发展的适宜程度,土地利用生态系统受到人口、环境和经济发展水平的压力的大小。根据研究区土地利用特点以及资料的可获取性,运用相关分析方法选取能体现土地利用生态风险的评价因子,分为土地利用因子、生态、环境和社会经济因子 4 个类别,即 4 个准则层指标(见表 2)。由于升金湖保护区属于池州市境内,地跨贵池区和东至县,研究区的各类指标不容易直接获取,所以,本文选取的数据是按照每个县的平均值或者单位面积进行计算,并且对所有指标进行归一化处理,以消除不同量纲的影响并进行统一建模。

表 2 土地利用生态风险评价指标

目标层 A	准则层 B_i		指标层 C_{ij}		总权重	总排序
	准则名称	权重	指标名称	权重		
升金湖保护区土地利用生态风险评价	土地利用因子 B_1	0.563 8	建设用地百分比 C_{11}	0.673 8	0.379 9	1
			单位面积水资源总量 C_{12}	0.225 5	0.127 2	3
			耕地垦殖指数 C_{13}	0.100 7	0.056 7	6
	景观生态因子 B_2	0.263 4	植被覆盖率 C_{21}	0.626 7	0.165 1	2
			土地利用多样性指数 C_{22}	0.279 7	0.073 7	4
			土地利用优势度指数 C_{23}	0.093 6	0.024 7	9
	社会与经济因子 B_3	0.117 8	人口密度 C_{31}	0.563 8	0.066 4	5
			人均 GDP C_{32}	0.263 4	0.031 0	8
			工业总产值 C_{33}	0.117 8	0.013 9	10
			粮食总产量 C_{34}	0.055 0	0.006 5	13
	环境因子 B_4	0.055 0	年均降水量 C_{41}	0.578 9	0.031 8	7
			年均气温 C_{42}	0.094 9	0.005 1	14
			农村化肥施用量 C_{43}	0.170 7	0.009 4	11
			农村农药使用量 C_{44}	0.155 5	0.008 6	12

土地利用生态风险评价指标体系构建的关键是权重的确定。本文运用 Yaahp 层次分析法软件对土地利用生态风险影响因子的权重进行确定, Yaahp 层次分析软件原理主要是专家打分,根据指标之间重要性的对比,选取相关的专家,通过软件计算得出权重。生态风险评价指标包含 4 个指标层,分别是:土地利用因子、景观生态因子、社会与经济因子和环境因子。

先对这一指标层的权重进行打分确定,其中土地利用因子和生态因子对生态风险的影响较大,社会与经济因子和环境因子的影响较小。其次确定这 4 个指标层下的子指标权重,运用相关分析方法,将影响保护区生态风险的指标进行相关性分析,将相关显著的指标进行剔除,最终选取了 14 个指标构建升金湖保护区土地利用生态风险评价指标体系。土地利用因子

的子指标包括建设用地百分比,单位面积水资源总量,耕地垦殖指数;景观生态因子的子指标包括植被覆盖率、土地利用多样性指数和土地利用优势度指数,其中土地利用多样性指数表征景观中土地类型的复杂性、类型的齐全程度或多样性的状况。多样性指数越大,表示土地类型越丰富,对于生态风险的稳定性起正向作用。土地利用优势度指数表示一种或几种土地利用类型在整体区域中的优势或程度,优势度越大,主导功能越显著,地区生态稳定性也越强;社会与经济因子的子指标包括人口密度,人均 GDP,工业总产值和粮食总产量;环境因子的子指标包括年均降水量、年均气温、农村化肥施用量和农村农药使用量。运用 Yaahp 层次分析软件计算得出各类指标权重,判断矩阵均采用群体判断的方法构造,根据 4 个指标层的 14 个指标的递阶层次结构,以上一层次元素为准则,对它所支配的下一层次各元素的相对重要性两两比较,使用 1—9 比例标度法,请有关专家给出判断矩阵的元素值,从而形成层次分析的判断矩阵^[15]。结果分别构造 A—B, B—C 的判断矩阵,再进行层次单排序的一致性检验。当随机一致性比率 CR,即

$$CR = (\lambda_{\max} - n) / [(n - 1) \cdot RI] \quad (1)$$

式中: λ_{\max} ——判断矩阵的最大特征值;RI——平均随机一致性指标;当 $CR < 0.1$ 时,认为层次单排序结果有满意的一致性,否则需要重新调整后在计算。最后计算得出层次总排序总一致性比例 CR 的值为 0.043 8,小于规定的 0.1,因此土地利用生态风险评价指标层次总排序具有满意的一致性。评价指标体系及权重见表 2。

从表 2 中可以看出:建设用地面积比、植被覆盖率、单位面积水资源总量、土地利用多样性指数、人口密度和耕地垦殖指数这 6 个指标所占权重较大,对生态风险的影响较大。

2.4 评价模型的建立

2.4.1 评价集确定 按照升金湖保护区试验区、核心区 and 缓冲区 3 个功能区,将反映土地利用生态风险特征的 14 个评价指标建立评价集。其中,评判对象集为 $Y = \{Y_i (i = 1, 2, 3)\}$, Y_i ——升金湖保护区第 i 个功能区;评判指标集为 $X = \{X_j (j = 1, 2, 3, \dots, 14)\}$, X_j ——第 j 个评价指标。

2.4.2 隶属矩阵的确定 本文选取的土地利用生态风险指标的隶属度需由隶属函数确定,针对定量指标所采用的隶属函数是指对对 n 个方案的 m 个指标建立目标特征值矩阵,即 3 期升金湖自然保护区的 14 个指标组成的目标特征值矩阵为:

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & \dots & y_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ y_{m1} & \dots & y_{mn} \end{bmatrix}$$

式中: $m = 1, 2, \dots, 14; n = 1, 2, 3$ 。

上述各项指标通过层次分析法确立权重后,再把升金湖保护区 3 个功能区的 14 个指标的实测和统计数据建立隶属度函数,由于各指标的性质不同,各指标采取隶属度函数也不同。具体方法如下:

$x(i, j) = x^*(i, j) / x_{\max}(j)$ (值越大风险越大的指标因子)
 $x(i, j) = x_{\min}(j) / x^*(i, j)$ (值越小风险越小的指标因子)
 式中: $x(i, j)$ ——指标特征值规格化的序列; $x^*(i, j)$ ——第 i 样本的第 j 个指标; $x_{\max}(j)$ ——第 j 个指标的最大值; $x_{\min}(j)$ ——第 j 个指标的最小值^[15]。

保护区土地利用生态风险指标体系的 14 个指标中,值越大风险越大的指标因子有:建设用地百分比、人口密度、农村化肥施用量、农村农药使用量,其余 10 个指标因子都是值越大风险越小。由此组成 1986, 2002 和 2011 年 3 期升金湖保护区 3 个功能区的 14 个评价指标的隶属度矩阵为:

	试验区	核心区	缓冲区		试验区	核心区	缓冲区		试验区	核心区	缓冲区
$G_{1986} =$	0.68	0.31	1.00	$G_{2002} =$	0.977	0.259	1.000	$G_{2011} =$	0.980	0.452	1.000
	0.90	0.24	1.00		1.000	0.188	0.289		0.748	0.204	1.000
	0.41	1.00	0.45		0.221	1.000	0.251		0.399	1.000	0.388
	0.82	1.00	0.75		0.080	1.000	0.104		0.154	1.000	0.140
	0.86	0.88	1.00		0.801	0.259	1.000		1.000	0.535	0.991
	1.00	0.98	0.92		0.883	1.000	0.874		0.963	1.000	0.963
	0.24	0.18	1.00		0.977	0.259	1.000		0.980	0.452	1.000
	0.36	1.00	0.58		0.977	0.941	1.000		0.461	1.000	0.452
	0.36	0.58	1.00		0.357	0.580	1.000		0.357	0.580	1.000
	0.41	1.00	0.45		0.357	0.580	1.000		0.357	0.580	1.000
	0.36	0.58	1.00		1.000	0.928	0.996		0.979	0.960	1.000
	1.00	0.99	0.99		0.977	1.000	0.983		0.982	1.000	0.988
	1.00	0.41	0.93		1.000	0.136	0.315		1.000	0.246	0.367
	1.00	0.15	0.11		1.000	0.136	0.315		1.000	0.246	0.367

由表 1 可知,土地利用生态风险评价 14 个指标的权重矩阵 A 为:

$$A = \begin{bmatrix} 0.3799 & 0.1272 & 0.0567 & 0.1651 & 0.0737 & 0.0247 \\ 0.0664 & 0.0310 & 0.0139 & 0.0065 & 0.0318 & 0.0051 \\ 0.0094 & 0.0086 \end{bmatrix}$$

2.4.3 评价模型建立 根据保护区土地利用生态风险评价指标以及各指标的权重,由于 14 个指标因子都对土地利用生态风险起作用,所以采用模糊数学中的加权平均模型建立该研究区的土地利用生态风险评价模型:

$$ERI = A \times G = \sum_{i=1}^n (A_i \cdot G_i) \times 100 \quad (2)$$

式中:ERI——土地利用生态风险指数; G_i ——第 i 个土地利用生态风险评价指标的值; A_i ——评价指标 G_i 的权重。该模型中乘以 100 是为了使评价结果便于运用^[16]。

3 结果与分析

3.1 评价结果及其动态变化

按照公式(2)的综合评价模型分别计算了 1986、2002 和 2011 年升金湖保护区的土地利用生态风险值(见表 3)。

表 3 升金湖保护区各功能区土地利用生态风险评价得分

年份	试验区	核心区	缓冲区
1986	68.77	38.36	32.76
2002	76.24	48.30	70.36
2011	75.39	59.65	79.33

按照 3 个功能区面积比例,计算整个升金湖保护区的土地利用生态风险指数值结果如表 4 所示。

表 4 升金湖保护区土地利用生态风险指数值 ERI

年份	1986 年	2002 年	2011 年	平均值	平均年 变化率/%
ERI	52.76	66.46	71.20	63.47	1.40

保护区的主体为升金湖水域,整个保护区生态风险区域差异较大,参考土地利用生态风险评价分级标准,结合该区实际情况,将升金湖保护区土地利用生态风险分为 4 个等级,分别为:低风险区、较低风险区、中风险区和高风险区,生态风险值小于 35 的属于低风险区。35~55 属于较低风险区,55~75 之间的为中风险区,>75 的为高风险区^[17]。各功能区风险分级表见表 5。

表 5 土地利用生态风险总体分级

功能区	1986 年	2002 年	2011 年	总体评价
试验区	中	高	高	中
核心区	较低	较低	中	较低
缓冲区	低	中	高	中
升金湖	中	中	中	—

3.2 评价结果分析

升金湖保护区 1986、2002 和 2011 年的土地利用生态风险最终评价结果是,保护区 3 期的土地利用生态风险均为中级(表 5),总体的处于安全状态。各功能区的土地利用生态风险有所差别,试验区和缓冲区的土地利用生态风险较高,核心区的土地利用生态风险相对低一些(图 1)。

从表 2 可知,核心区和缓冲区的土地利用生态风险指数均在上升,且核心区的变化率较大。核心区是升金湖的主体部分,主要是水域,25 a 间,水产养殖业的发展以及人类活动的影响,使核心区的土地利用生态风险增强。缓冲区的土地利用生态风险变化明显,建设用地和交通用地增加较多,耕地有所减少,人类活动比较频繁,对该地区的生态风险影响较大^[18]。试验区的土地利用生态风险指数先增后降,1986—2002 年,土地利用生态风险增强,2002—2011 年土地利用生态风险有所缓和,这段期间试验区的林地面积增加较多,森林覆盖率增加,使试验区的土地利用生态风险指数有所降低。

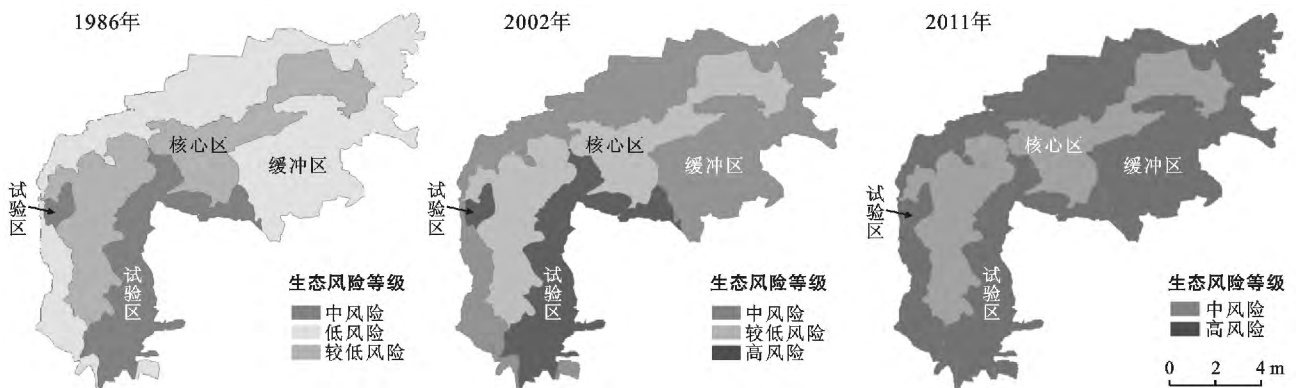


图 1 升金湖保护区土地利用生态风险评价

升金湖 25 a 间,土地利用类型发生了一定的变化,耕地面积减少,主要转化为建设用地、交通过地和水域。水域面积虽然增多,但是水质变差,农药化肥的使用以及废水的排放使升金湖的水质受到一定的影响,因此升金湖的风险在增强。升金湖栖息的鸟类数量也有所减少,珍稀鸟类变少,它们栖息的草地数量减少,种种迹象表明,升金湖的保护十分必要。

4 结论与讨论

(1) 1986—2002 年,升金湖保护区土地利用生态风险变化较大,生态风险值上升了 13.7,这段时间,国家处于快速发展时期,建设用地,交通过地数量剧增,人类对升金湖保护区的影响比较大。2002—2011 年,升金湖保护区土地利用生态风险值上升了 4.74,这期间保护区生态风险变化速度有所减缓,国家强调可持续发展,实现资源的可持续利用,因此人们在进行土地利用的同时,采取了一些保护环境措施,如增加林地的面积,对耕地进行保护,对农药化肥的使用有所控制,使升金湖保护区的土地利用生态风险变化有所减缓。

(2) 升金湖保护区核心区的土地利用生态风险值比较低,核心区主要土地利用类型是水域,是该保护区的主体,影响着很多水禽的生存。25 a 间,水产养殖业的发展对升金湖的水质有一定的影响,导致水质有一定程度的下降,保护区土地利用生态风险增大。试验区和缓冲区建设用地和耕地比重较大,人类活动较频繁,对生态风险的影响较大,生态风险值较高,土地利用生态风险较严重。

(3) 25 a 间,人类对升金湖保护区的土地利用有较大的变化,对保护区的环境产生了一定的影响,保护区水禽的数量减少,水质变差,水面积有所减少。针对目前的状况,需要采取一定的措施控制升金湖保护区的土地利用生态风险,避免其生态环境继续恶化。保护区水产养殖应该注意量的控制,防止过度捕捞,注意生活污水的排放与治理,保护水质。试验区和缓冲区的发展要注重环境的保护,耕地比例比较大的试验区,农药和化肥的用量要适当。合理利用耕地资源,控制建设用地的增加,土地利用要按照规划执行,使保护区土地利用达到社会,经济,生态效益的协调发展。

(4) 升金湖国家自然保护区是很多珍稀水禽的栖息地,人类的活动影响着保护区的环境也影响着水禽的生存,保护区的土地利用生态风险目前处于安全状态。要控制土地利用生态风险的恶化,建立预测预警机制,使其保持在安全状态。本文只是对升金湖自

然保护区土地利用生态风险进行评价,还需进一步对土地利用生态风险进行预测预警研究,通过动态监测,保护升金湖的生态环境。

[参 考 文 献]

- [1] 刘勇,张红,尹京苑. 基于土地利用变化的太原市土地利用生态风险评价研究[J]. 中国土地科学, 2009, 23(1): 52-61.
- [2] 毛小琴,倪晋仁. 生态风险评价研究述评[J]. 北京大学学报:自然科学版, 2005, 41(4): 646-654.
- [3] 付在毅,许学工. 区域生态风险评价[J]. 地球科学进展, 2001, 16(2): 267-271.
- [4] Wallack R N, Hope B K. Quantitative consideration of ecosystem characteristics in an ecological risk assessment: A case study[J]. Human and Ecological Risk Assessment, 2002, 8(7): 1805-1814.
- [5] Walker R, Landis W G, Brown P. Developing a regional ecological risk assessment: A case study of a Tasmanian agricultural catchment[J]. Human and Ecological Risk Assessment, 2001, 7(2): 417-439.
- [6] Obery A M, Landis W G. A regional multiple stressor risk assessment of the corodus creek watershed applying the relative risk model[J]. Human and Ecological Risk Assessment, 2002, 8(2): 405-428.
- [7] 殷浩文. 水环境生态风险评价程序[J]. 上海环境科学, 1995, 14(11): 11-14.
- [8] 王春梅,王金达,刘景双,等. 东北地区森林资源生态风险评价研究[J]. 应用生态学报, 2003, 14(6): 863-866.
- [9] 吴春笃,石驰,张波,等. 北固山保护区 AHP 方法生态评价[J]. 人民长江, 2007, 38(1): 78-80.
- [10] 丁文峰,李欣欣. 近 10 年丹江流域土地利用时空动态演变[J]. 长江科学院院报, 2010, 27(11): 71-74.
- [11] 殷贺,王仰麟,蔡佳亮,等. 区域生态风险评价研究进展[J]. 生态学杂志, 2009, 28(5): 967-973.
- [12] 苏海民,何爱霞. 基于 RS 和地统计学的福州市土地利用分析[J]. 自然资源学报, 2010, 25(1): 91-99.
- [13] 孙洪波,杨桂山,苏伟忠,等. 生态风险评价研究进展[J]. 生态学杂志, 2009, 28(2): 333-341.
- [14] 董斌,冯仲科,杜林芳,等. 山东省黄河流域森林蓄积量遥感定量估测模型研究[J]. 遥感技术与应用, 2010, 20(4): 82-88.
- [15] 许明丽,方天堃. 水库社会评价的模糊综合评价与层次分析法和德尔菲法耦合方法[J]. 吉林农业大学学报, 2007, 29(2): 229-232.
- [16] 任宗萍,杨勤科,胡志瑞,等. 基于项目驱动的藉河流域土地利用时空变化动态分析[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(3): 239-244.
- [17] 黎德川,廖铁军,刘洪,等. 乐山市土地生态安全预警研究[J]. 西南大学学报:自然科学版, 2009, 131(13): 141-147.
- [18] 周利军,张雪萍,陈设. 扎龙自然保护区土地利用变化与生态风险评价[J]. 自然灾害学报, 2009, 18(2): 186-190.