Assessment and Analysis on Land Ecological Risk of Jinshi City in Hunan Province

Dehua Mao¹, Feng Wu², Ruizhi Guo³

¹College of Resources and Environmental Sciences, Hunan Normal University, Changsha 410081, China

²Shenzhen-Hongkong Institute of Environmental Sciences of Shenzhen City, Shenzhen 518071, China

³College of Mathematics and Statistics, Hunan Normal University, Changsha 410081, China

湖南省津市市土地生态风险评价及分析

毛德华¹, 吴锋², 郭瑞芝³

¹湖南师范大学资源与环境科学学院, 长沙 410081, 中国

²深圳市深港环境科学研究院, 深圳 518071, 中国

³湖南师范大学数学与统计学院, 长沙 410081, 中国

Abstract

Taking the database of land use current situation in Jinshi City as the information source, the unit grid of 1km × 1km of whole Jinshi City is constructed through the processing and conversion of the database by using ArcGIS. The comprehensive ecological risk index in the unit grid is established based on the land use type of the whole city, and then the spatial differentiation characteristics and the causes of the land ecological risk in Jinshi city are revealed by using the spatial analysis method. The results show that the development pattern of town and along traffic trunk has a significant influence on land ecological risk.

Keywords: Land ecological risk; The comprehensive ecological risk index; Spatial differentiation; Jinshi City

摘要

以津市市土地利用现状数据库为信息源, 以津市市全域为研究对象, 通过对土地利用现状数据库的处理和转换, 利用 ArcGIS 对矢量图层构建出 1km×1km 的单元网格, 基于全市的土地利用类型建立采样网格内的综合生态风险指数, 然后利用空间分析方

法, 揭示津市市土地生态风险的空间分异特征及其成因。研究结果表明, 城镇与沿交通干线的发展模式对土地生态风险影响显著。**关键词:** 土地生态风险; 综合生态风险指数; 空间分异; 津市市

关于土地生态风险, 迄今尚未形成明确统一的定义。基于生态风险的概念^[1-2], 土地生态风险可认为是由于自然或人为原因致使土地资源破坏或污染而对人类生存环境造成的一种危害状态, 在这种状态下, 土地生态系统没有稳定、均衡、充裕的自然资源可供人类利用, 土地资源不能维持环境与人类的协调发展^[3]。可以将土地生态风险概念的认识概括为以下几点^[4]: (1) 生态风险表现为生态系统受到外界威胁或胁迫的可能性。(2) 土地生态风险是面向土地利用活动的, 土地利用作为生态风险的风险源。(3) 生态系统一旦受到外界干扰, 其健康将遭受不同程度的危害, 这种危害在生态系统的结构和功能方面会有所表现。(4) 这里的生态系统不仅是自然生态系统, 而且是由人类的社会经济活动和自然条件共同组合而成的社会—经济—自然复合生态系统。

土地生态风险评价在于揭示土地利用风险因素导致的不良后果的程度及可能性。土地生态风险评价涉及到环境学、生态学、地理学、生物学等多学科的知识, 并且还需

要采用统计学等风险分析以及遥感、GIS 等先进的空间分析技术来预测、分析和评价具有不确定性的风险因素对生态系统及其组分可能造成的危害。土地生态风险评价可以分为土地利用风险综合评价和土地利用专项评价（主要为土地整理生态风险评价）。

目前对于土地生态风险评价的研究是基于多种学科交叉和数理统计手段以及 3S 等先进空间分析技术等来进行, 目的在于建立起区域土地利用与生态风险之间的经验关系, 主要研究重点在于定量研究^[5-12]。目前土地生态风险评价方法主要分 2 类, 一类是计算土地生态风险指数, 又可分为基于景观结构的土地生态风险指数和基于土地利用变化的土地生态风险指数; 二类是构建指标体系, 采用诸如主成分分析法、层次分析法、地统计学方法等进行综合评估。本文采用一类方法, 建立不同土地利用类型与生态风险度的关系, 特别之处在于运用 GIS 技术手段, 细致刻画 1km×1km 的单元网格的土地生态风险指数, 然后利用地统计分析模块, 对津市市土地利用进行生态风险分析。

土地生态风险源主要可以归结为自然和人为两类因素: 自然因素主要是气候、水文、地质等方面的自然灾害。津市市的主要自然灾害包括洪涝、干旱、冰冻、地质灾害等; 人为因素引起的生态风险在津市市主要表现为人类经济活动造成的水质污染、土壤污染、植被破坏等, 同时一些不合理的土地利用方式造成了部分地区土地退化、水土流失、森林破坏、水域和湿地的占用及污染等等, 这些会给人们生活和农田生态系统带来较大的影响。一个区域的土地生态风险往往受到多种因素的影响, 但是如果对所有影响土地生态系统的自然或人为因素进行生态风险评价是不切实际的, 也是没有必要的, 关键是有所侧重, 只有对那些能够给生态系统和人类带来重大生态负效应的风险对象进行生态风险评价和对策研究才真正具有现实意义。

1. 研究方法

本文以津市市土地利用现状数据库（第 2 次土地利用现状调查）为信息源, 以全市 558.35km² 区域为研究对象, 通过对土地利

用现状数据库的处理和转换, 利用 ArcGIS 对矢量图层构建出 1km×1km 的单元网格, 并在此网格基础上基于全市的土地利用类型建立采样网格内的综合生态风险指数, 然后利用空间分析方法, 对津市市土地生态风险的空间特征进行研究。在确定土地类型时, 参照中国《土地利用现状调查技术规程》, 并结合全市的土地利用实际情况, 在研究目的的指导下将津市市整个区域各种用地分为耕地、居民、工矿及交用地、林地、其他农用地、水域和未利用地等 6 种类型。

1.1 计算公式

要想得出一个区域的土地生态风险现状, 就需要建立起土地利用类型与综合区域生态风险之间的经验联系, 利用各类型的面积比重, 构造各土地利用类型的生态风险指数 (ecorisk index, ERI)^[5]。这个生态风险指数就是用来描述一个样地内综合生态风险的相对大小, 以便通过采样方法将景观空间结构转化成空间化的生态风险变量, 具体计算公式列出如下:

$$I_{ER} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i W_i}{A} \quad (1)$$

式中: i 为各土地类型的序号; A_i 为样地内第 i 种类型的总面积; A 为样地总面积;

w_i 为第 i 种土地类型所反映出的土地生态风险强度参数。

生态风险强度参数 w_i 的确定采用层次分析法, 但是由于传统的权重分配通常用 Delphi 专家咨询法和层次分析法 (AHP)。Delphi 法不仅对咨询专家要求较高, 而且多轮咨询的工作量较大; 同时 AHP 采用九标度刻划比较判断结果, 由于本文土地类型较多, 具体操作起来比较困难, 计算也十分复杂复杂, 基于此, 在保证科学性的前提下, 为了计算的简便, 本文采用了改进的三标度层次分析法^[13]进行两级指标权重的确定, 计算方法如下:

首先构造主观比较矩阵 $c=[C_{ij}]_{n \times n}$, 其中

然后建立感觉判断矩阵 $s=[S_{ij}]_{n \times n}$, 其中

$$S_{ij}=d_i-d_j$$

最后计算客观判断矩阵 $R=[r_{ij}]_{n \times n}$, 其中

P 为使用者定义的标度扩展值范围, 取 $p=3$, 对矩阵 R 的任意一行进行归一化处理就可以得到权重向量 $[W_1, W_2, \dots, W_n]^T$ 。计算最后得出各土地利用类型的综合生态风险程度权重 (见表 1)。对各权重进行判断矩阵的一致性检验, 得到判断矩阵的随机一致性比率 $RC=0.024<0.1$, 因此我们可以判定该判断矩阵是令人满意的, 通过一致性检验。

表 1. 不同土地利用类型的生态风险权重

1.2 数据获取

本文计算数据是通过在津市市土地利用现状图中利用 ArcGIS 把全市切分为众多个 $1\text{km}\times 1\text{km}$ 的单元网格,并读取每个网

格中所包含的各种土地类型的面积,在数据读取过程中要将整个数据的获取覆盖到全市的各个区域(图1),实现将生态风险指数进行空间化。最后就是利用覆盖全部工作区的网格进行系统采样,每个样地的都利用生

态风险指数计算出一个综合性生态风险指数值，作为样地中心点的生态风险值，并计算各种土地类型所占单元格面积的相对比例 A_i 。

1.3 生态风险图的获取

综合的生态风险程度空间分布图是利用地统计学方法完成的^[3,14]，该方法是在生态风险指数系统采样的基础上，运用 ArcGIS 中的地统计分析模块(Geostatistical Analyst)，选择合适的模型进行表面模拟预测，并检查模型的合理性，得出研究区域生态风险程度空间分布图，以直观的形式表示出了整个津市市土地利用的生态风险空间分布状况（图 2）。

间相关性。由此采用普通克里格法对津市市生态风险进行空间内插，在结果检验中均值(0.0000268)、平均标准差(0.003218)接近于零；均方根(0.00264)、平均预测标准差(0.00869)也很小；标准均方根预测误差(0.9216)接近于 1，这表明此结果的误差在允许范围内，保证了津市市生态风险指数空间分布规律的准确性和可信性。

可以把全市的生态风险度可以分成 5 个等级（图 2），包括高风险区、中等风险区、一般风险区、低风险区和无风险区（本市不存在无风险区）。其中高生态风险区主要分布在市区，同时李家铺乡及保河堤镇的城镇区也是高生态风险区，这些区域人口密集经济活动频繁、工矿企业众多，各类建设用地

图 2. 湖南省津市市生态风险指数空间分布

2. 结果与分析

利用地理信息系统软件 ARCGIS 中提供的地统计分析模块(Geostatistical Analyst)，得出津市市 ERI 值接近正态分布，数据具有空

占的比重相当的高，因而对环境的影响十分大，直接导致这些区域生态风险指数高居全市首位。就市区来说，是典型的居民和工矿用地密集

中等风险区主要包括市区周围的居住

区和工业区,各乡镇镇区所在地及人口较为密集、交通方便、有一定工业分布的区域,在全市各个乡镇皆有分布,这一区域不管是从人类活动还是经济密度上来说都是处于第二梯队层次,这样也就使其的生态风险指数为中等。这一区域的新洲镇、蔡家河都已经纳入到了津市市城区规划范围内,一些城市功能也开始向其转移,人口密度的增加和市区产业的转移将在今后一段时间内使这一区域面临着更高的生态风险压力;而这一区域的灵泉镇、白城镇、棠华乡随着全市城市化的发展和城镇体系的建设,在加大招商引资力度的背景下也同样面临着越来越高的生态风险压力。总体来说,这一区域在发展过程中一定要注意好对生态环境的保护和土地资源的合理利用,切忌片面追求经济效益的行为,同时要从现在开始治理出现的各种环境问题,考虑发展过程中所存在的潜在问题,以保证实现整个区域的良性发展。

一般风险区主要分布在各个乡镇的人口密集区以外,本区的经济发展结构以农业生产为主,本区的耕地、林地分布较多,高于全市平均水平,人口低于全市平均水平,这一区域虽然无论从人口还是从工业的发展来看,都对生态风险影响不高,但是大力发展农业破坏了植被,导致水体污染,还进行了大量的围垦活动致使区域湿地资源减少,改变了原来的生态条件。因此应该加强此区域的生态修复工作;提高耕地质量,改善农业生产条件,减少对水体的污染;加大退耕还湖力度,恢复原有湿地面积,增加区域的物种多样性;继续坚持退耕还林,增加林地面积,改善土地生产环境;搞好未利用地的开发利用。

低风险区主要分布在嘉山风景区、毛里湖、西湖和与其他县市交界的区域。本区域内的各种人类活动影响较小,对生态环境的影响甚微,其生态风险指数值低。其中本区域与其他县市的交界区域经济落后,人烟稀少,从而生态环境质量较高,而嘉山风景区和两大湖由于地类的单一性也保持了较好的生态环境。尽管本区生态风险指数较低,但是考虑的社会经济的发展所带来的潜在威胁,要特别注意风景区里的经济活动和湖

泊的网箱养殖,由于西湖是津市的主要渔场、毛里湖是津市重要湿地地区,因此一定要防止这些区域的环境污染,并治理好现存问题,保持较高生态环境质量。

3. 结论与讨论

从 ERI 空间分布格局来看,全市的高土地生态风险区主要分布在城镇和主要交通干线沿线,这与现实情况相吻合。这种分布格局充分说明人类的集聚和沿着交通干道的发展模式对区域土地生态风险程度的提高起到了关键的推动作用。同时 ERI 值也呈现出从中心城区向远郊逐渐降低的变化趋势,聚集化程度较低区域的环境水平明显优于城市化区域。

生态风险评价将风险的概念引入到生态环境影响评价中,而与一般生态影响评价的重要区别在于强调不确定性因素的作用,在整个分析过程中要求对不确定性因素进行定性和定量化研究,并在评价结果中体现风险程度。生态风险指数的大小只是相对于生态问题可能发生的综合性概率量度,因而无法对具体的、针对性的生态保护决策提供直接依据。但是根据生态风险程度高低程度,应该在高生态风险区域强化以提高土地生产功能、环境功能为重点的土地基础设施建设,加强工业及城镇用地的生态建设,高生态风险区域无疑是今后生态保护工作需要重点关注的区域;而中等程度生态风险区则有可能在不久的将来成为高生态风险区,因此需要重点加以规划和治理;一般生态风险区和低生态风险区域的生态建设也是不容忽视的问题。总的来说,在全市范围内提高人们对生态环境保护的认识,加大环境保护与生态建设力度,倡导有利于可持续发展的经济发展方式、生产方式和消费方式^[15],努力把津市市建设成为结构合理、功能健全、环境优美、经济效益不断增长、人们生活质量不断提高的小康市域。

参考文献

- [1] McDanielsT, et al. Characterizing perception of ecological risk. Risk Anal, 1995, 15(5):575-588.

- [2] 李国旗,安树青,陈兴龙,等.生态风险研究述评.生态学杂志, 1999, 18(4): 57-64.
- [3] 刘勇,邢育刚,李晋昌.土地生态风险评价的理论基础及模型构建.中国土地科学, 2012, 26(6):20-25.
- [4] 谢正峰. 中国“土地生态安全”与“土地生态风险”研究比较.云南地理环境研究,2012,24(5): 12-18.
- [5] 殷浩文.生态风险评价.上海:华东理工大学出版社, 2001.
- [6] 马彩虹. 陕西黄土台塬区土地生态风险时空差异性评价.水土保持研究,2014, 21(5): 216-220.
- [7] 任志远,孙艺杰,吴林筱.1990—2012 年榆林市土地生态风险综合评价.中国生态农业学报,2017,25(5):656-664.
- [8] 傅丽华.基于景观结构的长株潭核心区土地生态风险调控研究.长沙, 湖南师范大学, 2012.
- [9] 陈鹏,潘晓玲.干旱区内陆流域区域景观生态风险分析-以阜康三江河流域为例.生态学杂志,2003,22(4):116-120.
- [10] 李梅,朱红旗,蔡永立.景观生态风险信息系统的概念、方法和步骤.国土与自然资源研究,2002(2):42-43.
- [11] 陈浩,周金星,陆中臣,等.荒漠化地区生态安全评价-以首都圈怀来为例.水土保持学报,2003,17 (1) :58-62.
- [12] 虞燕娜,朱江,吴绍华,等. 多风险源驱动下的土地生态风险评价——以江苏省射阳县为例.自然资源学报,2016, 31(8): 1264-1273.
- [13] 张航,谢传礼,高俊,等. 基于三标度法的层次分析法在储层分类评价中的应用.重庆科技学院学报(自然科学版),2015,17(6):30-32.
- [14] 彭文君,舒英格. 基于 GIS 的石漠化山区县域土地利用空间变化的生态风险测度.水土保持研究,2018, 25(1): 342-348.
- [15] 毛德华,李姣,邹君,等.经济发展方式的生态转型.北京:经济日报出版社,2015.