

土地利用对生态环境脆弱性的影响评价

王瑞燕¹, 赵庚星^{1*}, 周伟², 朱西存¹, 王介勇¹, 秦元伟¹

(1. 山东农业大学资源与环境学院, 泰安 271018; 2. 河海大学计算机及信息工程学院, 南京 210098)

摘要: 土地利用对生态环境脆弱性具有重要影响, 该文选择黄河三角洲垦利县典型生态环境脆弱区, 从土地利用类型的角度, 分析评价土地利用对生态环境脆弱性的影响。研究构建了包括土地利用类型的空间格局、土地利用类型的生态适宜性和土地利用类型的稳定性 3 方面指标构成的评价指标体系。以遥感手段获取土地利用类型信息, 专家打分法进行评价指标量化分级, 层次分析法确定其权重, 在此基础上, 构建了土地利用类型的空间格局指数模型、土地利用类型的稳定性指数模型以及土地利用生态适宜性指数模型, 并据此构建了垦利县土地利用的生态环境脆弱性效应综合指数模型。通过评价, 得到了垦利县县域整体和乡镇两个尺度上的土地利用类型生态环境脆弱性综合效应值, 系统分析了土地利用类型对生态环境脆弱性的影响及其空间分异, 并根据评价结果进行了垦利县土地利用的调整分区, 提出了各区生态环境建设的措施建议。

关键词: 土地利用, 生态环境脆弱性, 影响评价, 黄河三角洲

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2008)-12-0215-06

王瑞燕, 赵庚星, 周伟, 等. 土地利用对生态环境脆弱性的影响评价[J]. 农业工程学报, 2008, 24(12): 215-220.
Wang Ruiyan, Zhao Gengxing, Zhou Wei, et al. Assessment of the impacts of land use on regional ecological environmental vulnerability[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(12): 215-220.(in Chinese with English abstract)

0 引言

目前, 人类正以空前的速度、幅度和空间规模影响着全球环境, 人们通过土地利用而改变了地表覆被, 土地利用/覆被变化则引起诸多自然要素和生态过程的变化, 这在生态环境脆弱地区体现得更加明显。因此, 土地利用/覆被的环境效应尤其是生态脆弱区的土地利用/覆被的环境效应得到各国科学家的重视, 研究“人类驱动力—土地利用/土地覆被变化—全球变化—环境反馈”之间相互作用机制的“土地利用土地覆被变化”(LUCC)成为国际地圈-生物圈计划(IGBP)和全球环境变化中的人文因素计划(IHDP)重要的研究计划之一。从目前的研究看, 多数研究仍侧重于土地利用/覆被的变化, 而对其造成的生态环境影响研究则显不足^[2-4]。

生态环境脆弱性是生态环境的重要属性。近年来, 随着全球变化而导致的生态环境问题的突显, 生态环境脆弱性受到越来越多的关注^[5-7]。生态环境脆弱性除受自然环境条件的控制外, 人类活动也是影响其变化的重要因素, 人类不合理的土地利用方式将会加剧生态环境的脆弱程度。当前, 虽然人们已经认识到土地利用对生态环境脆弱性的影响, 但因土地利用与生态环境脆弱性之间互相影响的关系复杂性, 较多的研究主要集中于土地利

用对单一生态环境要素的影响, 如土地利用与区域气候、水文水资源、土壤理化性状的相互关系等^[8-10], 而土地利用对生态环境脆弱性的综合影响研究则以定性分析居多, 迫切需要进行量化、空间化的研究探索。

本文以黄河三角洲典型生态环境脆弱区垦利县为例, 从土地利用类型的角度探讨人类活动对生态环境脆弱性影响, 定量分析不同土地利用类型对生态环境脆弱性的影响, 并从多尺度探讨其空间分异规律, 为整个黄河三角洲乃至滨海平原生态环境脆弱区的环境保护和土地资源可持续利用提供科学依据。

1 黄河三角洲垦利县生态环境脆弱性概况

垦利县生态环境脆弱性由其所处的自然条件决定, 同时也受人类活动的影响。该县位于黄河三角洲黄河入海口处, 黄河尾闾多次摆动、改道形成了空间上呈岗、坡、洼相间排列的微地貌类型。土壤主要有滨海盐土和滨海潮土, 整个地势西南高, 东北低, 西南部地区成陆较早, 东北部是黄河近期不断决口、改道、分流、淤积侵蚀的结果, 平均海拔高度低于 10 m, 自然比降低, 约 1/8000~1/12000, 地下水埋深浅、矿化度高。由于地处暖温带大陆性季风气候区, 春旱、夏涝, 春季干旱, 蒸发强烈, 地表强积盐, 不利于作物播种及苗期生长。沿海区域还经常遭受风暴潮和海水侵袭的威胁。此外, 自 1972 年黄河首次出现断流以来, 其断流的次数和时间呈逐年增加的趋势, 对垦利县土地利用、生态系统的演替和生态多样性产生了严重的影响, 自 1999 年黄河水资源实施统一调度以来, 该区生态环境已逐渐好转。年轻的土壤、特殊的地貌、高矿化度的地下水和脆弱的气候条件共同奠定了垦利县生态环境脆弱的自然基础。

收稿日期: 2007-12-01 修订日期: 2008-11-12

基金项目: 国家自然科学基金(40571160); 国家级“星火计划”重点项目(2007EA740002); “十一五”支撑计划(2006BAD10A10)项目资助

作者简介: 王瑞燕(1979—), 女, 博士生, 从事土地资源、生态环境、地理信息系统等方面的研究。泰安 山东农业大学资源与环境学院, 271018。

Email: wry@sdau.edu.cn

*通讯作者: 赵庚星, 男, 博士生导师, 教授。泰安 山东农业大学资源与环境学院, 271018。Email: zhaogx@sdau.edu.cn

黄河三角洲成陆时间短,生态系统正处在不断演替过程中,其演替过程伴随着土壤潜埋深和土壤盐分的变化,在无人干扰和自然灾害的条件下,生态系统总是随土壤脱盐过程逐渐向暖温带落叶阔叶林生态系统方向演替。但是由于其生态系统的恢复力较弱,不合理的土地利用会导致生态系统演替过程停滞,甚至逆向演替。该地区人们长期形成的随黄河尾间而迁移的“游垦”农业和“撂荒”方式严重破坏了土地资源的顺向演替规律,造成大面积土地次生盐碱化,一些地区已成为寸草不生的光板地。另外,随着人口增长和经济发展,许多草地和荒地开垦为耕地和建设用地,自然植被遭到破坏。人们不合理的土地利用进一步加剧了垦利县生态环境的脆弱性。

2 土地利用类型对生态环境脆弱性影响分析

生态环境脆弱性是指生态环境系统在外界环境胁迫作用下所表现出来的易变性和抗干扰的能力,是自然属性和人类活动共同作用的结果。其中自然脆弱因素是脆弱生态环境形成的先天背景因素,形成生态环境的潜在脆弱性。即生态环境在未受人类活动干扰之前的初始状态下,由一个地区的气候、地形、母质和土壤等自然要素综合作用所决定,具有可能在外部干扰下产生系统退化的敏感性和潜在危险性。人为不合理干预则是其外在诱导因子,构成生态环境的现实脆弱性。即在外界的压力或干扰之下系统结构遭受破坏或恶化之后,系统稳定性变差,敏感性加强而显示出来的脆弱性^[6-11]。现实脆弱性考虑了人类活动干扰影响的结果,随人类活动的干扰方式和干扰强度的不同而不同。土地利用类型是由人类活动诸如作物选择、作物布局、输入、动力等决定。因此,潜在脆弱性强度相同的生态环境,不同土地利用方式或类型,其形成的生态环境的现实脆弱度也会不同。

从区域层次看,土地利用类型主要从3个方面影响生态环境脆弱性,一个是土地利用类型的生态适宜性。土地的特性之一是用途的多宜性,即绝大多数的土地均有多种用途,只有与土地生态环境相匹配的生态适宜利用类型,才有利于土地生态环境的改善和稳定,使生态环境良性发展,生态环境脆弱度减轻;而不当的利用方式将导致自然灾害的发生、生态系统的破坏,使生态环境脆弱度加重;第二个方面是土地利用类型的稳定性,即土地利用类型维持生态环境稳定和抵抗生态环境恶化的能力。对某一土地利用类型而言,因植被覆盖和管理方式的原因而具有特定的生态系统结构以及水土保持能力、气候调节能力、维护生物多样性等生态功能,并形成自身所特有的抵抗环境变化的能力。不同的土地利用类型其稳定性也不同,如耕地生态系统结构单一,植被层次单调,加上清除地上凋落物的管理习惯,其水土保持能力较差,抗旱涝灾害的能力不如林草地,生态环境稳定性较差;第三个方面是土地利用类型的空间格局。很多研究已证明斑块破碎化、斑块平均面积减少会通过降低总的生境面积导致斑块内部生境损失,且内部生境也容易受到外部的侵袭干扰,从而降低物种抵抗灾害的

能力;斑块破碎化也会使得生境斑块之间的隔离程度增加,并阻碍物种的扩散。另外斑块破碎化所引起的边缘效应会在不同土地利用类型之间产生生态环境梯度,原有的生境质量下降,导致某些生物灭绝,生物多样性降低^[1];景观异质性的减小和均质化的发展会导致景观稳定性的降低。

因此,在一特定区域内,生态适宜级别高的、稳定程度高的土地利用类型所占比率越高,空间格局越合理,表明该区域的土地利用类型与生态环境越协调,生态环境越稳定,生态环境脆弱性正向发展,脆弱度逐渐降低;反之,则逆向退化,脆弱度逐渐升高。基于此,本文拟结合垦利县生态环境脆弱性的实际情况,尝试从以上3个角度建立评价指标体系。

3 土地利用类型对生态环境脆弱性影响的评价指标体系构建

3.1 土地利用类型的生态适宜性指标

土地利用类型的生态适宜性指标表示土地利用与所处环境的适宜程度,即土地利用现状类型与生态环境最适宜的土地利用类型之间的匹配程度。以生态适宜性指数表示,其值从不适宜到最适宜变化。土地利用类型的生态适宜性指数越大,说明土地利用类型与环境越协调,生态环境良性发展,生态环境越稳定。反之,生态环境会遭到破坏,生态环境稳定性变差。

3.2 土地利用类型的稳定性指标

土地利用类型的稳定性反映每种土地利用类型本身的特性和能力,是由土地利用类型的多项生态系统服务功能所共同决定的综合指标。研究显示,土地利用类型的生态环境服务功能主要体现在生产生物资源、蓄水保水、缓解旱涝等极端水情,保护土壤、防止水土流失、防风固沙、防止土地沙漠化和盐碱化、改善小气候、吸收二氧化碳和制造氧气、净化空气和水、保护和维持生物多样性以及防灾和减灾等方面^[12,13]。垦利县生态环境脆弱性主要体现在土壤盐碱化、水资源短缺、旱涝灾害频繁等方面,土地利用不当则导致地表覆被变差、盐碱化加重。因此,根据垦利县的环境特性,筛选确定小气候调节能力、水土保持能力、生物多样性维护和抑盐能力等4项指标作为表征垦利县土地利用类型的稳定性指标。

3.3 土地利用类型的空间格局指标

研究区属典型的生态系统交错带景观,区内陆地、海洋、淡水、农田、草地、湿地等交错分布,土地利用/覆被类型多样,形成复杂的空间格局。空间格局的斑块特征、空间相关程度以及详细格局特征可通过景观指数进行描述。当前,用于描述空间格局的景观指数虽多,但许多指数间并不能满足相互独立的统计性质^[14,15]。因此,本文注重选取有代表性的景观空间格局参数进行计算分析,经综合分析,选定景观分维数、分离度、蔓延度等3个景观指数作为土地利用空间格局指标。

1) 景观类型的分维数(fractal dimension, FRAC):分维数的大小直接影响内部斑块的生态过程,如动物迁移,物质交流。分维数越大,景观抗干扰能力越弱,土

地利用结构越脆弱。

2) 景观类型的分离度 (splitting index, SPLIT): 对景观类型自身而言, 单一景观类型联接越密切, 物质能量的流通相应的越通畅, 抗干扰能力越强, 景观类型的稳定程度越大。而分离度越大, 景观分布越复杂, 不同景观类型之间的演替就越频繁, 景观类型的稳定性越差。

3) 蔓延度指数 (contagion, CONTAG): 高蔓延度值表明景观中的某种优势斑块类型形成了良好的连接性, 景观脆弱性也较高; 反之则表明景观是具有多种要素的密集格局, 景观的破碎化程度较高, 景观脆弱性也较高。

4 垦利县土地利用的生态环境脆弱性评价

4.1 数据来源与获取

收集垦利县土地资源调查资料、土壤资料、水文和气象资料以及土地适宜性评价数据。土地利用数据主要来源于 2006 年 TM 等遥感影像解译数据, 并根据垦利县地下水矿化度图和土地利用现状图等其他资料进行人工修正。

为便于分析土地利用类型对生态环境脆弱性影响, 土地利用类型的划分以《全国土地利用现状调查技术规程》为主要依据, 结合垦利县土地的用途、覆盖特征、生态系统类型和遥感影像特征, 将垦利县土地利用类型划分为: 灌溉水田、旱耕地、林地、草地、建设用地、盐碱荒地、水域湿地 7 种类型。

4.2 评价指标标准化处理

为增强数据之间的可比性, 需要将评价指标进行无量纲化处理。本研究采用专家打分法对各指标进行分级并赋予 0~100 的数值。

1) 垦利县土地利用类型的生态适宜性指标

土地适宜性是综合考虑土壤表层质地、有机质含量、灌溉保证、地貌类型等因素, 评价土地资源对于农业利用的适宜程度。垦利县土地适宜性等级共分 6 级, 分别为宜农 I 级地, 宜农 II 级地, 宜农 III 级地, 宜林牧 I 级地, 宜林牧 II 级地和宜其他用地。根据不同土地利用类型的适宜度对生态环境脆弱性的影响程度进行打分 (表 1)。

表 1 各土地利用类型生态适宜性分值

Table 1 Scores of ecological applicability of each land use type

土地适宜性	宜农 I 级地	宜农 II 级地	宜农 III 级地	宜林牧 I 级地	宜林牧 II 级	宜其他
灌溉水田	100	80	70	30	10	0
旱耕地	100	85	75	40	10	0
园林地	100	100	100	100	60	30
牧草地	100	100	100	100	80	40

注: 建设用地、盐碱荒地、水域湿地未进行打分。

2) 土地利用类型的稳定性指标

根据垦利县土地资源和环境的实际情况, 对各土地利用类型的小气候调节能力、水土保持能力、生物多样性维护能力和抑盐能力等指标进行打分 (表 2)。其中,

抑盐能力指标打分时充分考虑了作物种植的影响, 如在垦利县灌溉水田种植的是水稻, 由于水稻特有的生长习性, 在整个生长期地表始终需要保持一定的水层, 因此其防止盐碱化的能力较高, 仅次于林草和湿地。

表 2 土地利用类型的稳定性分值

Table 2 Stability scores of each land use type

土地利用类型	灌溉水田	旱耕地	林地	草地	建设用地	盐碱荒地	滩涂湿地
小气候调节能力	45	40	90	80	10	20	85
水土保持能力	30	35	95	85	10	30	80
生物多样性维护	20	30	90	80	10	20	90
抑盐能力	70	40	90	80	10	10	40

3) 土地利用类型的空间格局指标

根据景观分维数、景观类型分离度和蔓延度指数对生态环境脆弱性的影响, 进行分级并赋予相应的分值 (表 3~5)。

表 3 景观分维数的量化分级

Table 3 Grading management of landscape fractal dimension

分维数分级	1~1.1	1.1~1.2	1.2~1.3	1.3~1.5	1.5~1.8	1.8~2.0
分值	95	90	80	60	40	20

表 4 景观类型分离度的量化分级

Table 4 Grading management of landscape splitting index

分离度分级	1~20	20~40	40~60	60~80	80~100
分值	95	80	60	30	10

表 5 蔓延度指数的单因子评价

Table 5 Grading management of landscape contagion index

蔓延度分级	0~0.2	0.2~0.5	0.5~0.8	0.8~1.0
分值	20	40	70	90

4.3 评价指标权重的确定

指标权重反映了评价指标对生态环境脆弱性的影响程度。本研究采用层次分析法 (AHP) 确定各指标权重^[16], 结果见表 6。

表 6 各评价指标的权重

Table 6 Weights of evaluation indexes

指标	景观分维数	景观类型分离度	蔓延度指数	小气候调节能力	水土保持能力	生物多样性维护能力	抑盐能力	生态适宜性
权重	0.06	0.08	0.06	0.0875	0.105	0.0525	0.105	0.45

4.4 土地利用生态环境脆弱性效应综合指数模型构建

采用指数和法构建区域土地利用的生态环境脆弱性效应综合指数模型, 计算公式如下:

$$LEVI=QI+STA+STR \quad (1)$$

式中 $LEVI$ ——土地利用的生态环境脆弱性效应综合指数; QI ——土地利用类型的生态适宜性综合指数; STA ——土地利用类型的稳定性综合指数; STR ——土地利用类型空间格局综合指数。其中, 土地利用类型稳定性综合指数和土地利用类型生态适宜性综合指数的计算模型采用土地利用类型面积加权的方法构建。

1) 土地利用类型生态适宜性综合指数计算模型:

$$QI = 0.45 \cdot \sum_{i=1}^4 \frac{q_i \cdot LS_i}{S_{\text{总}}} \quad (2)$$

式中 i ——4种不同的土地利用类型, $i=1, 2, 3, 4$; LS_i ——第*i*种土地利用类型在区域中的总面积; $S_{\text{总}}$ ——4种土地利用类型的总面积; q_i ——第*i*种土地利用类型的生态适宜性综合指数, 其计算公式如下:

$$q_i = \sum_{j=1}^6 \frac{A_{ij} \cdot p_{ij}}{LS_i} \quad (3)$$

式中, j ——土地适宜性的6个级别, $j=1, 2, 3, \dots, 6$; A_{ij} ——第*i*种土地利用类型分布在第*j*土地适宜性级别上的面积, 由土地利用类型图与土地适宜性评价图叠加计算得到; p_{ij} ——第*i*种土地利用类型所对应的第*j*个土地适宜性级别的分值。

2) 土地利用类型稳定性综合指数的计算模型:

$$STA = \sum_{m=1}^7 \sum_{n=1}^4 \frac{ST_{mn} \cdot w_n \cdot LS_m}{QS_{\text{总}}} \quad (4)$$

式中 m ——7种不同的土地利用类型, $m=1, 2, 3, \dots, 7$; n ——4个土地利用类型的生态稳定性指标, $n=1, 2, 3, 4$; ST_{mn} ——第*m*种土地利用类型的第*n*个指标的分值; w_n ——第*n*个指标的权重; LS_m ——第*m*种土地利用类型在区域中的总面积; $QS_{\text{总}}$ ——区域总面积。

4) 土地利用类型空间格局综合指数的计算模型:

$$STR = \sum_{i=1}^3 (LA_i \cdot w_i) = FRAC \cdot 0.06 + SPLIT \cdot 0.08 + 1/CONTAG \cdot 0.06$$

式中 LA_i ——第*i*个土地利用景观指标值; w_i ——第*i*个土地利用类型景观指标的权重。

4.5 评价方法与结果分析

在GIS软件中, 将垦利县土地利用现状图与土地适宜性评价图进行空间叠加得到土地利用类型生态适宜性分

布图, 在此基础上统计汇总得到土地利用类型的生态适宜性综合指数。对土地利用现状图的属性库进行操作运算得到土地利用类型的潜在稳定性综合指数。利用Fragstats软件, 采用50×50的栅格, 运算得到各土地利用类型的3个景观指标值, 然后加权求和得到土地利用类型的空间格局综合指数。根据式(1)得到土地利用的生态环境脆弱性效应综合指数。由此计算得到垦利县土地利用的生态环境脆弱性效应综合指数的计算结果为0.592。该计算结果仅反映出垦利县土地利用对生态环境脆弱性影响的平均程度, 为分析垦利县土地利用的生态环境脆弱性效应的空间差异, 本研究对各乡镇行政区的土地利用生态环境脆弱性效应综合指数进行计算, 将各乡镇土地利用的生态环境脆弱性效应划分为良好、中等、较差3个级别(见表7), 分级界线通过对综合指数聚类分析确定, 各级别的分布情况见图1。

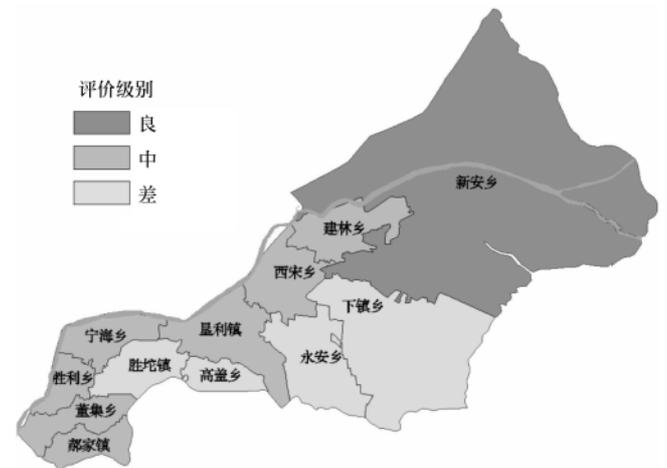


图1 垦利县各乡镇土地利用的生态环境脆弱性效应评价级别
Fig.1 Grades of land use impact on ecological environment vulnerability in each town of Kenli County

表7 垦利县各乡镇土地利用的生态环境脆弱性效应评价结果

Table 7 Assessment results of land use impact on ecological environment vulnerability in each town of Kenli County

乡镇	新安乡	建林乡	宁海乡	郝家镇	胜利乡	垦利镇	西宋乡	董集乡	永安乡	胜坨镇	高盖乡	下镇乡	垦利县
QI	0.437	0.436	0.437	0.441	0.437	0.375	0.373	0.441	0.362	0.364	0.344	0.262	0.395
STA	0.2	0.136	0.128	0.11	0.111	0.144	0.122	0.038	0.104	0.099	0.106	0.123	0.119
STR	0.18	0.16	0.16	0.16	0.154	0.126	0.112	0.14	0.06	0.06	0.074	0.066	0.121
LEVI	0.817	0.725	0.731	0.711	0.701	0.645	0.608	0.619	0.525	0.524	0.523	0.451	0.631
级别	良	中	中	中	中	中	中	中	差	差	差	差	
面积比率/%	48.81	4.16	3.33	2.44	2.04	5.88	4.23	2.98	5.98	3.46	2.02	14.69	

由表7和图1可以看出, 垦利县土地利用生态环境脆弱性的良好效应区主要分布在黄河三角洲河口区域的新安乡, 占研究区总面积的48.81%。该区成土晚, 土壤发育差, 结构松散, 但靠近黄河, 受淡水影响, 土壤含水量高、盐碱轻, 该区自然植被保护较好, 分布有国家自然保护区和大面积的防护林, 土地利用的生态适宜性指数较高, 为0.437, 土地利用的稳定性指数最高, 为0.2。由于该区在新淤积的滩涂上存在游垦现象以及油井的大

量建设, 导致该区土地利用的破碎度稍大, STR值为0.18。

中等效应区分布在靠近黄河的建林乡、宁海乡、郝家镇、胜利乡、垦利镇、西宋乡和董集乡等乡镇, 占研究区总面积的25.06%。该区属于引黄灌溉区, 农田水利设施健全, 灌溉条件良好, 种植了大面积的水稻, 对土壤中的盐分进行了有效的淋洗, 因此土壤含盐量较低, 土地利用的生态适宜性指数较高, 均值为0.42, 但是由于引黄压盐的同时也抬高了地下水位, 易发生次生盐碱化,

因此不同镇之间土地利用生态适宜性指数差异较大, 县域最西南部的董集乡和郝家镇的土地利用状况最好, 土地利用类型的适宜性指数最高, 为0.441, 而垦利镇和西宋乡因土地利用不合理而导致了大面积的土地次生盐碱化, 土地的适宜程度降低, 土地利用类型的适宜性指数分别为0.375和0.373。该区土地利用结构不合理, 水田和旱地面积比率大, 林地和草地面积较小, 土地利用的稳定性指数较低, 均值为0.113。另外, 该区土地利用强度大, 土地利用破碎度大, *STR*均值为0.144。

较差效应区主要分布在离黄河较远的下镇乡、永安乡、高盖乡和胜坨镇四个乡镇, 占研究区总面积的26.15%。该区处县域中部和南部, 地势低平, 濒临海洋, 土壤盐碱较重。土地利用的生态效应最差, *QI*、*STA*和*STR*都远低于全市平均水平, 均值分别为0.333、0.108和0.065, 土地利用迫切需要调整。

5 垦利县土地利用调控及生态环境保护措施建议

根据以上分析, 为降低生态环境的脆弱度, 从土地利用的角度出发, 结合垦利县的自然经济状况进行土地利用的分区规划和空间配置。与3个级别的土地利用生态环境脆弱性效应区相对应, 将垦利县划分为自然生态环境保护区、农业生态利用区和生态环境恢复区。

1) 自然生态环境保护区: 由于该区地理位置特殊, 具有丰富的大河三角洲动植物种质资源, 生态意义非常重要, 另外, 该区土壤年轻, 脱盐时间短, 对土地利用的变化非常敏感, 是垦利县生态环境最脆弱的地区, 因此该区应规划为自然生态环境保护区。该区的土地利用问题主要集中在新生淤地的不合理开发方面。新生淤地土壤含盐量低, 土壤养分水平适合农作物生长, 因此许多地方被开垦为农田, 但由于新生淤地土壤偏沙, 原始植被一旦遭到严重破坏, 就容易引起土壤强烈的蒸发返盐, 耕作3~5a后退化为盐碱地。因此, 建议该区制止和消除这种不合理的土地利用行为。另外, 该区黄河入海口处存在大量的湿地资源, 是黄河三角洲陆地和海洋的交错带, 是垦利县重点保护区域, 在该区域的生态环境保护中, 应进一步保护好自然植被, 同时保证其生态用水需要。

2) 农业生态利用区: 该区土壤含盐量低, 土壤肥沃, 土地生产力较高, 是垦利县重要的粮棉基地, 因此可将其规划为农业生态利用区, 供应县域所需的农产品。但该区由于多年的引黄灌溉, 地下水位抬高, 人类不合理的土地利用方式极易造成土壤次生盐渍化, 生态环境仍然比较脆弱, 因此在安排农业生产的同时也需要注意生态环境的建设。该区生态建设的关键在于优化农林牧用地的比例和分布, 调整目前不合理的土地利用结构。建议该区在大面积农田中, 设立防护林带使农田林网化, 正在发展和潜在退化土地可开辟为牧场, 地势低洼的盐荒地可采用“挖深垫浅, 上粮下渔”的方式加以开发利用, 保护原有的坑塘和湿地系统, 构成林草水田复合生态系统, 从而改善当地小气候, 增强区域的生态环境稳定性, 提高防灾、减灾能力, 在此基础上合理灌溉, 严

防土地次生盐演化。

3) 生态环境恢复区: 由于该区距黄河较远, 地上淡水缺乏, 高矿化度的地下水埋深浅, 因此导致大面积农用地发生严重的次生盐碱化, 另外, 该区沿海区域面临咸水(海水)入侵等生态环境问题, 生态环境脆弱性逆向退化, 因此, 该区应规划为生态环境恢复区, 采取措施控制土地利用方式与强度, 补偿和恢复生态环境功能。

该区生态环境建设的核心是要将现在以种植业为主的大农业结构转变为林草牧业为主的生态农业模式。在沿海地带, 要加强海岸防护, 减少水土流失和海水的入侵; 对于盐荒地和光板地的植被恢复, 应根据立地生态系统的自然演替规律, 选择种植与之适应的耐盐植物。对已发生退化的低产农田, 可进行退耕还林还牧, 选择种植具有一定经济价值的林木和草本, 如苜蓿、冬枣等, 不但可以改善环境, 抑制土壤盐渍化, 而且可以提高盐碱地的生产能力和经济效益。

6 结 论

本文以垦利县为研究区, 从土地利用类型的生态适宜性、稳定性和空间格局3个角度建立评价指标体系, 并评价垦利县及其各个乡镇土地利用类型对生态环境脆弱性的影响程度, 在此基础上, 结合当地实际情况对垦利县的土地利用进行简单区划, 并对各区的生态建设提出建议。研究结果对垦利县乃至整个黄河三角洲的土地利用和生态环境保护都具有积极参考价值和指导意义。

该研究实现了对土地利用类型生态环境脆弱性影响的量化评价, 取得了令人满意的研究结果, 证明了评价指标体系和评价方法的合理性与可行性, 从而为探索土地利用的生态环境影响, 进行区域生态环境脆弱性的定量评价提供了有效途径。

研究发现, 土地利用类型对生态环境脆弱性有重要影响, 鉴于土地利用与生态环境互相影响的机理目前尚不明确, 其影响程度很难用绝对确切的数值表示, 因此本文计算的影响程度仅是在不同土地利用类型之间的相对比较, 是相对影响程度。深入探索土地利用类型或利用方式对生态环境脆弱性的影响过程和机理将是下一步研究的方向。

[参 考 文 献]

- [1] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 景观生态学原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 41-59.
- [2] Turner B L. The sustainability principle in global agendas: implication for understanding land use/land cover change[J]. The Geographical Journal, 1997, 163(2): 133-140.
- [3] 毕晓丽, 葛剑平. 基于IGBP土地覆盖类型的中国陆地生态系统服务功能价值评估[J]. 山地学报, 2004, 1(1): 48-53.
- [4] 李 静, 赵庚星, 杨佩国. 基于知识的垦利县土地利用/覆被遥感信息提取技术研究[J]. 科学通报, 2006, 51B(7): 183-188.
- [5] 史德明, 梁 音. 我国脆弱生态环境的评估与保护[J]. 水土保持学报, 2002, 1(16): 6-10.
- [6] 蔡海生, 陈美球, 赵小敏. 脆弱生态环境脆弱度评价研究

- 进展[J]. 江西农业大学学报 2003, 25(2): 270—275.
- [7] Gogu1 R C, Dassargues A. Current trends and future challenge of ground water vulnerability assessment using overlay and index method[J]. *Environment Geology*, 2000, 39(6): 549—559.
- [8] Dale V H. The relationship between land use change and climate change[J]. *Ecological Application*, 1997, 7(3): 753—769.
- [9] Zhao Gengxing, Li Xiujuan, Wang Ruian, et al. Soil nutrients in intensive agricultural areas with different land—use types in Qingzhou county, China[J]. *Pedosphere*, 2007, 17(2): 165—171.
- [10] 姜桂华. 地下水脆弱性研究进展[J]. *世界地质*, 2002, 21(1): 33—38.
- [11] 田亚平, 邓运员. 概念辨析与实证: 脆弱生态环境与退化生态环境[J]. *经济地理*, 2006, 9(5): 846—848.
- [12] 孙 强, 蔡运龙, 王 乐. 基于土地利用类型的绿色空间生态评估——以北京市通州区重点新城为例[J]. *中国土地科学*, 2007, 2(1): 37—39.
- [13] 于兴修, 杨桂山, 王 瑶. 土地利用/覆被变化的环境效应研究进展与动向[J]. *地理科学*, 2004, 10(5): 628—633.
- [14] 陈利顶, 傅伯杰. 黄河三角洲地区人类活动对景观结构的影响分析——以山东省东营市为例[J]. *生态学报*, 1996, 8(1): 338—340.
- [15] 陈文波, 肖笃宁, 李秀珍. 景观指数分类、应用及构建研究[J]. *应用生态学报*, 2002, 13(1): 121—125.
- [16] 王瑞燕, 赵庚星, 李 涛, 等. GIS 支持下的耕地地力等级评价[J]. *农业工程学报*, 2004, 20(1): 307—310.

Assessment of the impacts of land use on regional ecological environmental vulnerability

Wang Ruiyan¹, Zhao Gengxing^{1*}, Zhou Wei², Zhu Xicun¹, Wang Jieyong¹, Qin Yuanwei¹

(1. *College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China;*

2. *College of Computer and Information Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)*

Abstract: Land use has important effects to ecological environmental vulnerability. From the view of land use types, impacts of land use on ecological environmental vulnerability were analyzed and assessed in Kenli County of the Yellow River delta. Assessment index system including landscape structure and pattern, land use ecological applicability and land use stability was established. Remote sensing techniques were adopted to acquire land use information, expert marking method was used for index quantification, and AHP method was adopted for index weight determination. Based on these, the landscape structure and pattern index model, land use ecological applicability index model and land use stability index model were built up, and land use ecological environment vulnerability effect index model was established accordingly. Through assessment, land use ecological environment vulnerability effect index values in two scales of the whole county and town were gotten. Land use impacts on ecological environmental vulnerability and their spatial distribution were system analyzed. Based on the results, partitions of land use adjustment in Kenli County were proposed, and countermeasures of ecological construction in different areas were brought forward.

Key words: land use, ecological environment vulnerability, impact assessment, the Yellow River delta