DOI:10.19789/j.1004-9398.2015.01.019

南水北调中线水源区土地的利用生态安全分析

——以陕西省为例

刘 秋

(首都师范大学资源环境与旅游学院,北京 100048)

摘 要

土地利用变化对流域水资源动态具有深刻的影响,本文分析了南水北调工程建立前后水源区土地利用变化的时空分异规律,从而为科学地组织人类有序活动、调整和优化土地利用格局,以确保流域生态安全提供了理论基础. 研究结果显示: 1999~2009年研究区域土地利用生态安全状况呈先下降后逐渐回升好转最后又下降的趋势,2005年和2008年是两个转折点,土地利用的生态安全状态处于风险型和恶化型之间.

关键词: 南水北调中线工程,土地利用,生态安全.

中图分类号: P331

0 前 言

随着经济和工业的快速发展,土地利用生态环境遭受了严重的破坏,对人类的生存和发展构成了严重的威胁. 因此,如何更好的对土地的利用生态安全进行评价,关系到粮食安全、社会稳定等问题. 南水北调中线工程是一项复杂的系统工程,其水源区土地的利用生态安全与否对南水北调中线水质情况起着重要作用. 因此,对该区域土地的利用生态安全情况研究是十分必要的.

对土地利用生态安全的研究一直是学术界研究的热点之一,研究成果相当丰富. 例如李玉平、蔡运龙对生态安全和土地生态安全做出了详尽的阐述[1]. 田克明,王国强利用多元素综合评定法和系统聚类法相结合,借助MapGIS和SPSS软件对河南省进行生态安全评价[2]. 上述分析基本上大多数是针对大范围宏观尺度的研究,研究的时间跨度较小. 而且,目前开展南水北调中线工程对环境影响方面的研究主要集中在水资源与水源区生态环境[3]、水质[4]、对生物的影响[5]等方面,对水源区土地利用生态安全缺乏深入研究.

本研究针对南水北调中线水源区(以陕西省为例),采用"压力—状态—响应"模型,结合定量分析法,评价了1999年到2009年十年间南水北调中线水源区(陕西省)县域土地生态安全的变化状况,对研究区域的土地的利用生态安全进行研究分析,研究时间跨度大,属于小范围微观尺度的研究.

1 土地利用生态安全评价指标体系的建立

南水北调中线工程陕西水源区包括秦岭以南的陕西南部地区,涉及宝鸡、汉中、安康、商洛和西安5个市的31个县(区). 目前土地利用生态安全评价研究主要体现在评价指标体系和评价方法两个方面. 建立科学完善的指标体系和评价标准是土地利用生态安全评价的关键环节,也是进行土地利用生态安全评价的基础,本研究针对研究区域的特点,遵循指标体系建立的科学性、针对性、可操作性、完整性、层次性、多样性原则,以研究区客观事实为基础,按照系统的层次和指标的特点,选择能够明确代表研究区特点的指标,从多方面反应土地利用生态安全情况.

借鉴国内相关研究,结合本研究区实际,选取了三级指标9个,其中压力指标4个,状态指标1个,响应指标4个(见表1).

2 评价模型及方法

2.1 数据处理

2.1.1 数据标准化

为了使不同指标的数据具有可比性,需要对数

收稿日期: 2013-06-09

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1 水源区(陕西省)土地利用的生态安全评价指标体系

目标层	准则层	指标层	安全趋向
土地利用生态安全	压力	人口密度	负向
		人均耕地面积	正向
		单位耕地化肥使用量	负向
		单位耕地机械总动力	正向
	状态	耕地面积比重	正向
	响应	第一产业比重	正向
		人均 GDP	正向
		农民人均纯收入	正向
		人均粮食产量	正向

据进行无量纲化处理. 采用归一法对各评价指标进行标准化处理,转化到 [0,1] 之间. 计算公式如下:

$$P_{ij} = \begin{cases} \dfrac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} & (1) \\ \dfrac{X_{\max} - X_i}{X_{\max} - X_{\min}} & (2) \end{cases}$$

式中,P_{ij} 表示标准化处理后的值,即归一化值,X_i 表示评价指标的实际值,$X_{\max}$ 和 $X_{\min}$ 分别表示评价指标的实际最大值和实际最小值. 正向型指标采用公式(1)进行计算,表示的意义是归一化值越大,安全程度越高,即越大越安全型; 负向型指标采用公式(2)进行计算,表示的是归一化值越小,安全程度越高,即越小越安全型.

2.1.2 利用均方差赋权法确定指标的权重

在确定指标权重时采用均方差赋权法. 均方差赋权法是一种客观赋值法,其权重是由各指标在评价指标体系中的实际数据形成的,它消除了人的主观因素造成的偏差,客观性比较强. 因此,采用均方差赋权法对南水北调中线水源区(陕西省)各县(市)土地利用生态安全进行评价,使得评价结果更符合实际.

设 $A_i(i=1,2\cdots9)$ 为指数集,$G_j(j=1、2、3、4、5)$,(1、2、3、4、5 分别代表 1999、2000、2005、2008、2009 年)为方案集,P_{ij} 为方案集对指标集的属性值,及归一化值. 首先,利用公式(1)(2)对各项评价指标数据进行标准化处理,得到标准化值 P_{ij},其次,利用公式(3)(4)分别计算标准化后的各项指标 A_i 的均值 $E(A_i)$ 和方案集 G_j 的均方差 $\sigma(A_i)$,见公式(3)和(4),最后根据 $\sigma(A_i)$ 得出的结果算出各指标的权重 W_i,见公式(5),计算结果见表 2.

$$E(A_i) = \sum_{j=1}^{5} P_{ij}/5 \quad (3)$$

$$\sigma(A_i) = \sqrt{\sum_{j=1}^{5} [P_{ij} - E(A_j)]^2} \quad (4)$$

$$Wi = \sigma(A_i) / \sum_{i=1}^{9} \sigma(A_i) \quad (5)$$

表 2 1999~2009 年水源区(陕西省)土地利用的生态安全评价指标权重

A_i	P_{ij}					$E(A_i)$	$\sigma(A_i)$	W_i
	1999	2000	2005	2008	2009			
A1	1	0.875	0.375	0.125	0	0.475	0.891	0.109
A2	1	1	0	0.500	0.500	0.600	0.837	0.102
A3	1	0.942	0.473	0.230	0	0.529	0.874	0.107
A4	0	0.077	0.619	0.926	1	0.524	0.934	0.114
A5	1	0.727	0	0.136	0.182	0.409	0.862	0.105
A6	1	0.735	0.224	0.100	0	0.412	0.867	0.106
A7	0	0.032	0.358	0.872	1	0.452	0.931	0.114
A8	0	0.007	0.300	0.848	1	0.431	0.938	0.115
A9	0.014	0	1	0.943	0.057	0.403	1.040	0.127

注: 相关研究数据来源于陕西省统计年鉴(1999~2009 年),中国县市社会经济统计年鉴(2001~2009 年).

2.2 农用土地生态安全评价模型建立及安全等级的确定

2.2.1 农用土地生态安全评价模型

根据公式(6),计算得出南水北调中线水源区(陕西省)各县(市)农用土地生态安全值. 式中,U 为生态安全度,W_i 为各指标权重,P_{ij} 同前.

$$U = \sum_{i=1}^{9} W_i \times P_{ij} \quad (6)$$

将每年各县市的安全值取均值,得出研究区域农用土地生态安全的总体值. 综合评价结果见表 3.

表 3 1999~2009 年水源区(陕西省)土地利用的生态安全综合评价结果

指标	1999	2000	2005	2008	2009
生态安全度	0.531	0.466	0.388	0.536	0.420

2.2.2 农用土地生态安全等级的确定

由于生态安全是一个相对概念,仅通过所计算出的生态安全值,很难对生态安全有一个直观的判断. 因此,需要对生态安全值进行合理的等级划分,本研究在参考相关文献[6,7]的基础上,根据南水北调中线水源区(陕西省)各县(市)的实际情况,将农用土地生态安全水平划分为五个等级,见表 4.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 4　水源区(陕西省)土地利用生态安全分级和系统标准

U	等级	特征
≥0.9	安全	土地生态环境基本未受到干扰破坏,土地生态系统结构完整、功能较强,土地肥沃,无农业污染,植被覆盖率高,无沙化、碱化现象,生态问题不显著
0.7≤U<0.9	较安全	土地生态环境受到干扰,土地生态系统结构尚完整、功能尚好,土壤肥力高,农业污染程度低,农业与畜牧业产量高,土地利用程度高,水土协调性好,生态问题不显著
0.6≤U<0.7	敏感	土地生态环境受到较少破坏,土地生态系统有恶化趋势,但尚能维持基本功能,受干扰后易恶化,盐碱化程度较高,土地肥力降低,生态问题显现
0.4≤U<0.6	风险	土地生态环境受到较大破坏,土地生态系统结构恶化较大,功能不全,受外界干扰后恢复困难,盐碱化程度高,治理困难,一般为低产田,生态问题较大,生态灾害较多
<0.4	恶化	土地生态环境受到较大破坏,土地生态系统结构残缺不全,功能低下,发生退化性变化,恢复与重建很困难,土地表现为无法耕作的光板地,生态灾害严重,农民背井离乡

3　土地利用生态安全定量分析与动态评估

根据生态安全评价模型公式,对水源区(陕西省)1999、2000、2005、2008、2009 年十年间的 5 个时间段的数据进行了土地利用生态安全评价,评价结果见图 1.

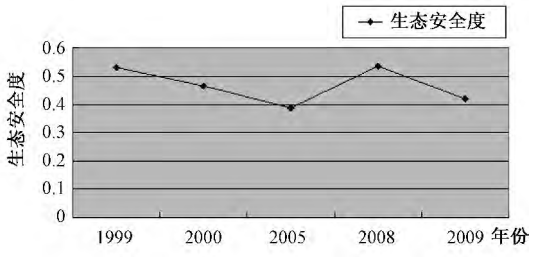


图 1　南水北调中线水源区(陕西省)1999～2009 年生态安全评价

从图中可以看出,南水北调中线水源区(陕西省)的土地利用生态安全变化经历了先下降后回升之后又有小幅度下降这三个阶段.

①下降阶段

1999 年到 2005 年为土地利用的生态安全的下降期. 在此期间,土地的利用整体趋于恶化,生态安全值从 1999 年的 0.531 下降到 2005 年的 0.388. 安全等级状态从风险型下降到恶化型. 分析这一阶段生态安全值下降的原因可能是当地人民对土地的不合理开发利用,滥垦、滥伐、滥樵等经济活动日益剧烈,农、林、牧用地失调,土地“三化”(沙化、盐碱化和草原退化)发展迅速,再加上农民的不合理耕作活动加剧了土地的贫瘠化.

②回升阶段

2005 年到 2008 年为土地利用生态安全的回升期. 生态安全值从 2005 年的 0.388 上升到 2008 年的 0.536,生态安全值达到研究时间内的最高值,安全等级状态从恶化型上升为风险型. 从图 1 中可以看出 2005 年是水源区(陕西省)土地的利用生态安全度发生变化的转折点. 这说明一方面,当地政府对生态建设特别关注,且投入力度在逐渐增大; 另一方面,人们的安全意识在不断的提高,人们对环境保护与农业发展的关系的认识在不断的深化. 土地利用的生态安全得到了足够的重视.

③下降阶段

2008 年到 2009 年为土地利用的生态安全的小幅度的下降期. 在此期间,土地的利用整体仍处在风险态,生态安全值从 2008 年的 0.536 下降到 2009 年的 0.420. 分析这一阶段生态安全值下降的原因可能是人们在土地利用的生态安全保护方面取得成就时,方式和手段不合理,以至于在生态安全值方面的到反馈. 人们应该采取积极、有效、合理的方式继续坚持改善土地利用的生态安全环境.

4　结果与讨论

南水北调中线水源区土地利用生态安全状况关系到水源区的可持续发展状况,对水源的安全问题起到关键性的作用. 本文利用均方差赋权法,对南水北调中线水源区陕西省部分各县市进行了实证研究,较客观地反映了研究区 10 年来农用土地地生态安全状况,结果表明研究区土地利用生态系统为一个不断改善的安全系统. 造成区域内土地利用生态安全恶化的主要因素为人口密度、人均耕地面积、农民人均纯收入、人均 GDP、单位耕地化肥使用量、机械化程度等. 上述因素制约着水源区土地利用生态安全状况,因此在未来的区域发展中要控制人口的过快增长,提高人民的生活水平,减少农用地化肥的使用量,提高耕地的机械化程度,从而降低土地利用生态安全的压力,实现发展经济与保护生态环境协调发展.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

参 考 文 献

[1] 李玉平,蔡运龙. 河北省土地生态安全评价[J]. 北京大学学报(自然科学版),2007 - 11,43(6):784 - 789.
[2] 刘庆,陈利根,舒帮荣,等. 长株潭城市群土地生态安全动态评价研究[J]. 长江流域资源与环境,2010 - 10,19(10):1192 - 1197.
[3] 李仁东,李劲峰,黄进良,等. 南水北调对丹江口水库区土地资源的影响[J]. 长江流域资源与环境,1998. 7(2):109 - 114.
[4] 陈绪强. 南水北调中线工程供水水质[J]. 人民长江,1994,25(2):16 - 19.
[5] 周万平,郭小鸣,陈伟民,等. 南水北调东线一期工程对洪泽湖水生生物及生态环境影响的预测[J]. 湖泊科学,1994,6(2):131 - 135.
[6] 邱微,赵庆良,李崧,等. 基于"压力 - 状态 - 响应"模型的黑龙江省生态安全评价研究[J]. 环境科学,2008 - 4,29(4):1148 - 1152.
[7] 范瑞锭,陈松林,戴菲,等. 福建省土地利用生态安全评价[J]. 福建师范大学学报(自然科学版),2010 - 9,26(5):97 - 101.

The Analysis of the Ecological Safety of the Water Sources Areas in the Middle Route of South-to-North Water Transfer Project

——take Shaanxi Province for example

Liu Qiu

(College of Resources Environment & Tourism, Capital Normal University, Beijing, 100048)

Abstract

The changes of the use of the land have a profound effect on river basin water resources movement, this paper analyzes the spatial and temporal variation law of the land use change in the water district before and after the establishment of the water diversion project, which provide a theoretical basis to scientifically organize orderly human activities and adjust and optimize the pattern of land use to ensure the ecological security. The results show: the ecological security trend of land use in the study area in 1999 to 2009 decreased first and then rose gradually and dropped at last. 200 and 2008 are two turning points. Ecological security status of land use is between the type of risk and the type of deterioration.

Key words: the middle route of South-to-North Water Transfer Project, the use of the land, the ecological safety.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net