

基于利益相关者的 LUCC 生态风险研究 ——以延河流域为例

冉圣宏, 谈明洪, 吕昌河

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘 要:采用生态服务价值的大小代表生态服务功能的强弱,以生态系统服务功能理论为基础,以土地利用/覆被变化导致的生态系统服务功能下降作为 LUCC 生态风险,分别针对土地利用的各利益相关者——土地的所有者或经营者(个人、社区和国家),定量分析各利益相关者在土地利用/覆被变化的背景下所承受的生态风险。研究表明,由于土地利用/覆被变化的因素,延河流域 2000–2006 年间生态服务功能总体上升了 28.91%,这主要归功于延河流域实施的退耕还林还草措施。对 LUCC 的不同利益相关者进行分析的结果表明,2000–2006 年间,国家、社区和个人的生态服务功能均有所增强,增加值分别为 34.71%、33.64%、14.57%;它们所面临的主要生态风险是,个人在本区域获取食物供应的能力下降了 5.71%,国家在生物控制方面的能力下降了 24.56%。

关 键 词:土地利用/覆被变化;利益相关者;生态风险;生态服务功能;延河流域

1 引言

在全球变化背景下的我国经济快速发展时期,土地利用/覆被变化(LUCC)剧烈,所带来的生态与环境问题也日益严重^[1],作为 LUCC 生态与环境效应最重要的研究内容之一,LUCC 生态风险分析已经成为当前急需研究的课题^[2–4]。目前 LUCC 生态风险的研究尚处于初级阶段。在 20 世纪 90 年代之前,LUCC 生态风险分析关注的焦点是 LUCC 对单一环境因子的影响,即 LUCC 对水、土、气、生等环境要素质量的影响;随着 LUCC 对单一环境因子影响研究的不断深入,人们发现这些影响具有耦合和累积效应,一些学者开始从 LUCC 导致区域生态服务功能变化的角度研究 LUCC 的生态风险,使得 LUCC 生态风险分析有了明确的研究对象^[5–7]。

另一方面,确定风险受体是任何风险研究的基础^[8–9]。LUCC 的利益相关者,包括个人、社区和区域等,它们依靠土地上不同生态系统提供的服务来获得生存和发展,它们是 LUCC 生态风险的真实受体。但目前以 LUCC 的利益相关者作为风险受体的 LUCC 生态风险研究尚不多见^[10–11]。

2 研究区概况

延河流域地处陕北黄土高原中部,面积达 7725 km²,属典型黄土丘陵沟壑区,其地理位置为 36°21′~37°19′N 和 108°38′~110°29′E。延河多年平均径流量为 2189×10⁸ m³,径流模数为 36425 m³/km²a。土壤类型以黄土母质上发育的黄绵土为主,土质疏松,抗侵蚀能力差,全流域水土流失严重,流失面积占流域总面积的 88.9%。流域内沟壑纵横,植被覆盖率低。

延河流域耕地和林草地面积超过总面积的 95%,土地垦殖率较高。长期以来,由于人类的频繁活动和粗放的农业经营方式,天然植被大量破坏,次生植被也因樵采、砍伐、耕垦及放牧过度而分布零散,其土地利用/植被变化总体趋势表现为耕地和未利用地减少,果园、林草地、居民建设用地增加,这种土地利用/覆被变化趋势带来了一定的生态风险。同时,延河流域还是我国西部生态建设的重点区之一,实施退耕还林和生态补偿的任务日益繁重。选择延河流域作为研究区,定量分析区域 LUCC 对个人、社区(集体)、区域乃至国家生态安全带来的风险,不仅可初步建立基于不同风险受体的

收稿日期:2009–08;修订日期:2010–01.

基金项目:国家科技部科技支撑项目(2006BAD20B05);中国科学院知识创新工程重要方向项目(kzcx2–yw–421)。

作者简介:冉圣宏(1969–),男,副研究员,主要研究方向为土地利用/覆被变化的环境效应及其模拟。E-mail:ransh@igsnrr.ac.cn

LUCC 生态风险研究模式, 也可确定为生态与环境建设(如退耕还林还草)的补偿对象及健全生态补偿机制提供科学依据。

3 研究方法以及数据来源与处理

3.1 研究方法

生态服务价值是衡量生态系统各项生态服务功能的一个可公度指标, 本文以生态系统服务功能理论为基础, 以土地利用/覆被变化导致的生态系统服务功能下降作为 LUCC 生态风险, 分别针对土地利用的各利益相关者, 定量分析各利益相关者在土地利用/覆被变化的背景下所承受的生态风险。

首先采用延河流域 2000 年和 2006 年的遥感影像, 结合对该区域土地利用变化的实地调查, 在对延河流域土地利用/覆被变化进行研究的基础上, 分析与 LUCC 有关的各利益相关者所受到的影响; 其次, 针对不同的利益相关者, 采用列表清单法分析 LUCC 对该利益相关者的影响, 定量分析各利益相关者在 LUCC 背景下的生态服务价值下降; 最后采用生态服务价值的大小代表生态服务功能的强弱, 而将生态系统服务功能的下降作为衡量相关方生态风险的指标, 以某一利益相关者在 2000~2006 年间生态服务功能的下降幅度代表其所承担的 LUCC 生态风险, 定量分析 LUCC 给各利益相关者带来的生态风险。

3.2 土地利用/覆被变化数据

根据土地利用类型的生态特征和生态服务功能的相似性, 以及资料的可得性, 对延河流域土地利用类型进行了重新归类, 划分为以下 7 类: ①耕地(含田坎、农田水利用地); ②园地; ③林地; ④荒草地; ⑤居民工矿用地(包括城乡居民点和工矿用地, 其他农用地中的畜禽饲养地, 设施农用地, 农村道路); ⑥水域(包括湖、河及水库水面等); ⑦未利用地(包括沙地、盐碱地、裸土地、裸岩石砾地等)。

在实际的现场调研中, 发现该区域土地利用/覆被破碎化严重, 无论是在遥感解译的过程中, 还

是在统计数据中, 草地和荒地很难严格区分, 部分疏林地与果园也很难区分, 但它们却有相似的生态服务功能, 因此在本研究中, 将草地和荒地合并为荒草地, 将疏林地和果园都合并到园地。根据延河流域 2000 年、2006 年遥感解译资料, 延河流域土地利用/覆被变化如表 1。从表 1 可以看出, 延河流域土地利用变化的趋势是耕地急剧减少而荒草地、灌木林大幅度增加。但由于研究区景观破碎, 遥感解译结果具有一定的误差。

3.3 生态服务功能参数值的确定

生态系统服务价值的估算需要确定单个生态类型的单位面积生态服务价值和生态/土地利用类型的面积。本文主要以 Costanza 的生态服务价值参数为基础, 考虑陈仲新、张新时以及谢高地等人的研究成果, 对耕地和水域的生态价值作了调整^[12-14], 并依据黄土丘陵沟壑区耕地坡度与水土流失相关关系的文献对延河流域耕地扰动调节、水分调节、水供应和侵蚀控制的生态服务价值指数进行了修正^[15-16]; 对耕地食物供应能力的修正, 则主要是通过实地调研和农户调查数据, 根据耕地的平均粮食产量来进行的。

3.4 延河流域 2000–2006 年间生态服务功能的变化

根据上述方法与数据, 计算得到延河流域 2000–2006 年间不同土地利用/覆被类型变化所导致的生态服务价值变化(表 2)。

由表 2 可知, 在 2000–2006 年间, 由于延河流域实施了大规模退耕还林还草的生态建设措施, 其整体生态服务功能增强了 28.91%, 其中园地(包括

表 1 2000–2006 年延河流域土地利用/覆被变化(hm², %)
Tab.1 Land use/cover change in Yanhe catchment (hm², %)

土地利用/ 覆被类型	2000		2006	
	面积 /hm ²	百分比 /%	面积 /hm ²	百分比 /%
耕地	275541	41.97	103796	15.81
园地	788	0.12	119946	18.27
林地	61975	9.44	83509	12.72
荒草地	313685	47.78	343820	52.37
居民工矿用地	2560	0.39	3414	0.52
水域(含湿地)	1575	0.24	1970	0.30
未利用地	328	0.05	131	0.02

表 2 延河流域不同土地利用类型生态服务价值的变化(单位: 万元)

Tab.2 The change of the ecosystem service value in Yanhe catchment by land use type (10⁴ yuan)

土地利用类型	耕地	园地	林地	荒草地	居民工矿用地	水域	未利用地	合计
2000	22873.5	213.8	21183.0	62990.5	42.3	12033.1	11.1	119347.2
2006	8616.4	32541.5	28543.3	69041.8	56.4	15051.0	4.4	153854.8
2000-2006 年的变化/%	-62.33	15121.57	34.75	9.61	33.36	25.08	-60.06	28.91

果园)增加的生态服务价值最大,而耕地减少导致的生态服务价值减少幅度最大。

4 LUCC 的利益相关者分析

生态系统服务功能具有典型的空间范围和持续时段,不同尺度的生态系统服务对不同尺度的利益相关者具有不同的重要性,生态系统的产品提供功能往往与当地居民(个人)的利益关系密切,调节功能往往与社区福祉相关,而生命系统支持功能则通常与区域甚至全国尺度的人类利益相关^[12,17-18]。而根据我国的土地所有权和使用权制度,国家、集体和个人是土地利用/覆被变化的利益相关者,LUCC 研究的最终目的是为这些土地利用的利益相关者服务的,因此应将 LUCC 的利益相关者作为区域 LUCC 生态风险的受体。

不同土地利用/覆被类型具有不同类型的生态服务功能,这些生态服务功能所服务的对象(利益相关者)也各不相同,因此土地利用/覆被变化对不同利益相关者会产生不同的影响。表 3 列出了主要土地利用/覆被类型对各利益相关者所享受的主要生态服务功能的影响,其中“+”表示该土地利用/覆被类型在某类生态服务类型方面,对某一利益相关者具有正面作用,“+++”则表示有很大的正面作用,其他依此类推,例如耕地的增加对个人在食物和原材料生产方面都具有正面作用;而“-”则表示该类型土地利用/覆被对某一利益相关者具有负面影响,“---”则表示有较大的负面影响,等等,例如沙地、戈壁等未利用地的增加,会降低个人享受的原材料生产等方面的生态服务;“/”则表示某类型的土地利用/覆被变化对该利益相关者的影响不明显或不明确。

由表 3 可知,对个人所享受生态服务功能影响最大的土地利用/覆被类型是耕地,其次是园地、林

地和居民建设用地,再其次是荒草地与水域,而未利用地对个人的影响则存在不确定性。类似地,对社区(集体)生态服务功能影响较大的土地利用/覆被类型为居民建设用地,其次为耕地、园地、荒草地和水域;对提供国家(全社会)尺度生态服务功能影响最大的土地利用/覆被类型为林地和水域,其次为耕地、园地和荒草地,但从生态效益的角度看,居民建设用地和未利用地的影响则并不明显。

5 研究结果

由于实施退耕还林还草的生态建设措施,延河流域土地利用变化的总趋势是耕地急剧减少而荒草地、园地大幅度增加。这在很大程度上改善了区域生态系统的生态服务功能,但这种变化对不同利益相关者具有不同的影响,使得不同利益相关者承担着不同的 LUCC 生态风险。本文选择对不同利益相关者有显著影响的土地利用/覆被类型及其关键生态服务类型,定量分析延河流域 LUCC 对不同利益相关者的生态风险。

采用修正的生态系统服务价值指数,基于土地利用/覆被的利益相关者即个人、社区、国家等,对 17 类主要的生态系统服务功能进行分门别类,得到延河流域 LUCC 不同利益相关者在 2000-2006 年间所享受的生态服务功能的变化(表 4)。

由表 4 可知,总体上,所有利益相关者所享受的生态服务功能在研究时段内均有明显改善。但部分类型的生态系统服务功能因为土地利用/覆被的变化而有一定的下降,从而存在一定的生态风险。

5.1 延河流域 LUCC 对个人的生态风险

在所有类型的生态服务功能中,与个人关系密切的生态服务功能主要包括栖息地、食物供应、原材料和娱乐。

表 3 LUCC 对不同利益相关者的生态风险(生态服务功能下降)
Tab.3 Ecological risks of LUCC for stakeholders

土地利用/覆被类型	主要生态服务功能类型	对不同利益相关者的影响		
		个人	社区(集体)	全国
耕地	食物生产、原材料;生物控制	+++	+	++
园地	大气(组分)调节、气候调节、扰动调节;遗传资源	++	+	++
林地	食物生产、原材料、遗传资源;大气(组分)调节、气候调节、扰动调节、水调节、水处理	++	/	+++
荒草地	食物生产、原材料、遗传资源;大气(组分)调节、气候调节、水调节、水处理	+	+	+
居民建设用地	躲避居留区;娱乐、文化等	++	++	/
水域(含河流、湖泊)	食物生产、遗传资源;营养物质循环;气候调节、扰动调节、水调节、水处理	+	+	+++
未利用地	土壤形成	-	-	/

从表 4 可知,2000–2006 年间,LUCC 对个人的主要负面影响是食物供应能力的下降,下降幅度为 5.71%,这主要是由于耕地面积的急剧减少引起的。因此,为了降低食品供应能力下降带来的风险,延河流域在严格保护好基本农田的同时,应该改变种植业结构,选择适合当地自然条件的优势农业品种,并采用新技术新工艺提高单产;另外,作为中国西部生态建设的重点区域之一,也可考虑通过提高区域社会、经济发展水平,减少人们对土地的依赖程度,采取域外调集的方式缓解当地居民对食物的需求。

5.2 延河流域 LUCC 对社区的生态风险

聚落区尺度的社区(集体)最为关注的 LUCC 环境效应主要是当地生态与环境质量的变化情况,以及土地利用/覆被变化对本地水资源的影响等,即废物处理、水供应、水分调节等是与社区密切相关的生态系统服务类型。此外,对农林牧业均有重要影响的传粉功能也是社区关注的主要生态系统服务功能类型之一。

从表 4 可知,对社区而言,生态建设提高了社区所关注的以上主要 4 类生态服务系统功能,尤其是废物处理功能增强了 45%以上,这主要是林草地面积大幅度增加的必然结果,而这也正是生态建设的目的之一。传粉功能关系到当地农林牧的可持续发展,而该项生态系统服务功能的提高幅度是最小的,也是社区面临的最主要生态风险之一。

5.3 延河流域 LUCC 对国家的生态风险

在国家尺度上,更受关注的生态系统服务功能类型是在大尺度上的调节功能、支持功能以及文化功能等,即维持大气组分的平衡等大气调节功能、生命系统支持功能以及对具有特殊意义生态系统的美学、艺术价值的保护等,具体包括气候调节、扰动调节、大气调节、营养物循环、土壤形成、侵蚀控制、生物控制、基因资源、文化保护等方面。

从表 4 可知,当将国家作为 LUCC 的利益相关者之一时,从整体上看,其所关注的生态系统服务功能增强了 34.7%,是 3 个尺度上的利益相关者中其生态服务功能增加最多的一个,这与国家已经成为该流域生态建设的投资主体是相适应的。但由于耕地的减少,使得与耕地关系密切的生物控制功能有较大的减弱,下降幅度达 24.6%,因此这将是国家所面临的主要的 LUCC 生态风险。

表 4 2000–2006 年间延河流域土地利用/覆被变化引起的生态服务功能变化率
Tab.4 Ratio of the LUCC induced changes of ecosystem service functions in Yanhe catchment in 2000–2006

利益相关者	生态服务类型	生态服务功能变化/万元	变化率/%
个人	栖息地	1508.7	92.96
	食物供应	-1426.3	-5.71
	原材料	1664.4	103.07
	娱乐	2872.0	82.26
	小计	4618.8	14.57
社区	废物处理	11945.3	45.85
	水供应	2756.1	27.59
	水分调节	1665.9	28.08
	传粉	373.8	4.80
	小计	16741.0	33.64
国家	气候调节	5904.4	129.37
	土壤形成	638.9	83.14
	侵蚀控制	1519.1	34.48
	扰动调节	5698.0	38.74
	文化	621.8	34.37
	大气调节	836.7	38.10
	营养物循环	70.8	28.98
	生物控制	-2199.1	-24.56
	基因资源	57.3	24.56
	小计	13147.7	34.71
合计		34507.6	28.91

6 讨论

(1)利益相关者的确定。土地利用/覆被变化是全球变化研究的核心领域之一,某些类型的生态系统服务功能也会对全球具有重要影响,例如营养物质的循环、大气组分的调节、基因资源的保护等等。但由于本文所讨论的是 LUCC 的生态风险,因此将 LUCC 的利益相关者作为本文 LUCC 生态风险受体,而 LUCC 利益相关者的确定的主要根据是我国的土地所有权和经营权制度。实际上,这种风险受体的确定方法具有一定的局限性,在以后的研究中,拟通过土地制度调研、相关专家小组座谈、当地居民和官员访谈等方式,获得 LUCC 利益相关方的信息及其关注的主要生态系统服务类型,以更客观地确定 LUCC 风险的受体。

(2)土地利用/覆被变化生态风险的特征尺度分析。根据上述研究成果,可进一步识别延河流域主要生态风险类型;辨识不同利益相关者(生态风险受体)的最主要生态风险,基于风险强度和风险频度等对不同风险受体群进行排序,确定研究区 LUCC 生态风险的关键尺度。

7 结论

目前 LUCC 生态风险研究还没有将 LUCC 的利益相关者作为其生态风险受体,其研究对象大多指的是“区域”或者“生态系统”,这是一个不明确的生态风险受体。如果将 LUCC 作为生态风险源,那么 LUCC 生态风险受体就一定是其利益相关者,这样才会使得 LUCC 的生态风险研究做到有的放矢。根据我国土地的所有权和经营权制度,LUCC 的利益相关者为个体(人)、社区(集体)和国家等。本文采用生态与环境和遥感影像数据,将 LUCC 与生态系统服务功能类型结合起来,选择典型区域内个人、社区、国家作为 LUCC 的生态风险受体,针对这些不同尺度的风险受体,定量分析了 LUCC 的生态风险,研究表明,由于土地利用/覆被变化的因素,延河流域 2000~2006 年间生态服务功能总体上升了 28.91%;国家、社区和个人的生态服务功能也均有所增强,增加值分别为 34.71%、33.64%、14.57%;它们所面临的主要生态风险分别是个人在本区域获取食物供应的能力下降了 5.71%,国家在生物控制方面的能力下降了 24.56%。其研究成果可为确定生态与环境建设(如退耕还林还草)的补偿对象及健全生态补偿机制提供科学依据;为降低 LUCC 的生态风险、提高区域的生态安全提供科学基础。

参考文献

[1] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域: 土地利用/土地覆被变化的国际研究动向. 地理学报, 1996, 51 (6): 553-558.

[2] 鲍张张. 生态风险评估在环境管理中的应用. 绵阳师范学院学报, 2009, 28(2): 109-113.

[3] 顾晓鹤, 何春阳, 潘耀忠, 等. 基于生态风险评估的锡林河流域退化草地优化管理. 应用生态学报, 2007, 18(5): 968-976.

[4] 秦丽杰, 张郁, 许红梅, 等. 土地利用变化的生态环境效应研究:以前郭县为例. 地理科学, 2002, 22 (4) : 508-512.

[5] 彭建, 王仰麟, 张源, 等. 滇西北生态脆弱区土地利用

变化及其生态效应: 以云南省永胜县为例. 地理学报, 2004, 59(4): 629-638.

[6] 刘永兵, 王衍臻, 李海龙, 等. 松嫩草原西部土地利用与生态风险评价: 以杜蒙县为例. 水土保持学报, 2006, 20(5): 150-153, 174.

[7] 李晓文, 方创琳, 黄金川, 等. 西北干旱区城市土地利用变化及其区域生态环境效应: 以甘肃河西地区为例. 第四纪研究, 2003, 23(3): 280-290.

[8] 蒋良群, 舒成强, 雷金蓉, 等. 运用 RS 和 GIS 的生态风险模糊综合评估方法研究. 西华师范大学学报: 自然科学版, 2008, 29(3): 313-318.

[9] 付在毅, 许学工. 区域生态风险评价. 地球科学进展, 2001, 16(2): 267-271.

[10] Ulrich Hauptmanns. A risk-based approach to land-use planning. Journal of Hazardous Materials, 2005, 125 (1): 1-9.

[11] McIntyrea S, Lavorel S. A conceptual model of land use effects on the structure and function of herbaceous vegetation. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2007, 119(1): 11-21.

[12] Costanza R, d'Arge R, Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature , 1997, 387(25): 253-260.

[13] 陈仲新, 张新时. 中国生态系统效益的价值. 科学通报, 2000, 45(1): 17-19.

[14] 谢高地, 张懿锂, 鲁春霞, 等. 中国自然草地生态系统服务价值. 自然资源学报, 2001, 16 (1): 49-51.

[15] 魏天兴, 朱金兆. 黄土残塬沟壑区坡度和坡长对土壤侵蚀的影响分析. 北京林业大学学报, 2002, 24(1): 59-62.

[16] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响: 以延安市羊圈沟流域为例. 地理学报, 1999, 54(3): 241-245.

[17] Tom P. Evans, Hugh Kelleya, Multi-scale analysis of a household level agent-based model of landcover change. Journal of Environmental Management, 2004, 72 (1-2): 57-72.

[18] Oliver Buck, Dev K Niyogi, Colin R. Townsend. Scale-dependence of land use effects on water quality of streams in agricultural catchments. Environmental Pollution, 2004, 130(3): 287-299.

Ecological Risk Analysis of LUCC in Relation to Stakeholders

RAN Shenghong, TAN Minghong, LV Changhe

(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: The ecological services value is one of indexes to measure all services functions of ecosystem. In this paper, the value is employed to express the effect of the ecological services function. On the basis of the theory of ecosystem services function, the decrease of the ecosystem services function caused by land use/cover change (LUCC) is regarded as ecological risk in this paper. Then, a quantitative analysis is used to examine ecological risks that the various stakeholders may face in the context of LUCC. The stakeholders mainly refer to the land owner or the operator (individual, community and country) in this study. The research shows that, during the period of 2000–2006, the service function values had increased 28.91% in the Yan River basin, mainly due to the implementation of the policy of grain for green. The analysis designed for different stakeholders in the context of LUCC indicates that the ecological services values for the individual, community and country were increased by 34.71%, 33.64%, 14.57% between 2000 and 2006, respectively. The main ecological risks include two aspects. One is that the capacity of obtaining foods for individuals was decreased by 5.71%, and the other is that the biological control for the country dropped 24.56% during the same period.

Key words: land use/cover change; stakeholders; ecological risk; ecosystem services function; Yanhe Catchment

本文引用格式:

冉圣宏, 谈明洪, 吕昌河. 基于利益相关者的 LUCC 生态风险研究: 以延河流域为例. 地理科学进展, 2010, 29(4): 439–444.