

# 土地利用变化对土壤侵蚀影响研究综述

张敏 谢本军 杨丹丹

(四川农业大学水利水电学院,四川雅安 625014)

**摘要** 土地利用变化会对土壤侵蚀产生巨大影响,不合理的利用土地会加剧土壤侵蚀。本文介绍了土地利用变化对土壤侵蚀影响的3种研究方法,即利用RS和GIS技术方法、模型的计算方法、基于景观格局指数的定量计算法,并为进一步计算土壤侵蚀量的大小,合理地选择研究方法提出了建议。

**关键词** 土地利用变化;土壤侵蚀;研究方法

**中图分类号** S157 **文献标识码** A **文章编号** 1007-5739(2019)12-0167-02

近年来,人类面临最严峻的挑战是全球环境问题<sup>[1]</sup>。随着社会的高速发展,人类为了追求财富过度活动而对生态环境造成了巨大影响。全球气候变暖、沙漠化、森林锐减、土地退化与水土流失等一系列的生态环境问题层出不穷。与此同时,中国人口数量急剧增加但国土面积有限,人地关系十分紧张。因此,人类活动的加剧成为必然趋势且会影响土地利用变化,是土壤侵蚀的重要影响因素<sup>[2]</sup>。土地利用变化是全球环境变化的重要组成部分和主要原因<sup>[3]</sup>,它引起土壤侵蚀,破坏生态环境。目前,土壤侵蚀已经成为全世界广泛关注的生态环境问题<sup>[4]</sup>。

土地利用变化的原因之一是土地覆盖表面的变化,它会随土地覆盖表面的变化发生相应的增减。土地覆盖程度的不同,会影响径流和输沙量的大小,当土地利用方式发生变化时,会改变其下垫面的条件,进而对土壤侵蚀造成影响<sup>[5]</sup>。国内一些研究表明,植物冠层和植物覆盖会减少降雨产生的冲击力,降低径流对土壤的冲刷作用,从而减少土壤侵蚀。章影<sup>[6]</sup>在研究丹江口库时发现,在退耕还林、封山育林以及城镇化建设过程中,土地利用的扩张导致丹江口库土壤侵蚀面积逐年增加。因此,为了更好地探究土地利用变化对土壤侵蚀的影响程度,本文将围绕土地利用变化对土壤侵蚀影响的几种研究方法来分析土地利用发生变化时,如何计算土壤侵蚀量的大小以及合理选择研究方法。

## 1 利用RS和GIS技术方法

RS技术探测范围大,获取资料速度快、周期短,而GIS技术又能使计算结果图形化,直观简洁<sup>[7]</sup>。鉴于RS和GIS技术的优势,人们将其应用到了土地利用变化与土壤侵蚀关系的研究中,但此方法主要应用于区域尺度上的研究。

20世纪末,国外的研究者开始利用RS和GIS技术开发区域范围的土壤侵蚀模型。研究者们利用RS获取土壤侵蚀和土地利用变化的相关数据,然后利用GIS提取计算土壤侵蚀模型所需要的因子,根据计算结果进行区域尺度的土壤侵蚀评价。如Jong等<sup>[8]</sup>在1999年使用遥感图像得到了地中海地区土壤侵蚀的可用数据源,通过GIS技术考虑地形属性和评估坡面流的运输能力,建立了SEMMED模型。

在利用RS和GIS技术研究方面,我国大部分研究并不是将其与土壤侵蚀模型结合而是通过遥感影像获取土地利用和土壤侵蚀的空间变化信息,再借助GIS的空间分析功能

完成土地利用和土壤侵蚀的叠加,由此而得到两者间的关系。如王茜<sup>[9]</sup>以遥感影像为信息源,运用GIS技术得出冀北地区土壤侵蚀强度分级图,并将其与土地利用图叠加,得到了冀北地区土地利用变化和土壤侵蚀之间的关系。

## 2 基于模型的计算方法

USLE方程和该方程的修正版RUSLE方程是国外经验模型的典型代表,其中USLE方程在国外使用率较高。其数学表达式为6个因子分别相乘,即 $A=R \times K \times L \times S \times C \times P$ ,R为降水及径流因子;K为土壤侵蚀性因子;L及S为地形因子;C为地表植被覆盖因子;P为水土保持因子。在USLE方程的6个因子中,R、K、L、S 4个因子属于自然因子,C、P 2个因子属于人为因子。人类活动极易导致这2个人为因子发生变化,尤其是C因子在经验模型中对土壤流失量的影响最为显著。当保持其他条件不变时,便可以通过改变植被覆盖因子得到不同土地利用状态下的土壤侵蚀量<sup>[10]</sup>。

国内许多学者参照国外的USLE和RUSLE经验模型,根据研究地区的实际情况对经验模型的因子进行重新计算,进而得到了适用于研究地区的修正的经验模型。但是基于野外实地调查和测量的传统估算法耗时、耗力且费用高,无法快速提取宏观尺度上植被覆盖因子。随着科学技术水平的发展,遥感技术与模型计算方法逐渐结合,被运用到大尺度植被覆盖因子获取中。通过遥感技术,植被覆盖因子的获取方法更加便捷、丰富。其中植被覆盖因子常用的主要有以下几种计算方法。通过遥感影像技术得到土地利用类型图或者直接收集土地利用的资料,然后根据文献记载的经验值对不同土地覆盖类型的C因子进行赋值;通过植被指数建立与植被覆盖因子有关的方程式。蔡崇法等<sup>[11]</sup>通过从小流域信息系统获取的土地利用图,利用回归分析法,建立了植被覆盖度与植被覆盖因子之间的数学关系式:

$$\begin{cases} C=1 & c=0 \\ C=0.6508-0.3436 \lg c & 0 < c < 78.3\% \\ C=0 & c > 78.3\% \end{cases}$$

由此关系式可求得土地利用变化时不同的C值。但此种方法所获取的很大部分是纯影像,几乎没有地物面积能连续超过影像的像元大小,因而大部分的像元都是由不同的地物组成的混合像元,利用光谱混合模型进行植被管理覆盖因子估算这种方法应运而生。Lu<sup>[12]</sup>等建立C因子估算公式:

$$C = F_{bs} / (1 + F_{veg} + F_{shade} + F_{veg} \cdot F_{shade})$$

式中, $F_{bs}$ 、 $F_{veg}$ 、 $F_{shade}$ 分别代表裸土、绿色植被、阴影的盖

度;白雲<sup>[13]</sup>在研究海坛岛植被覆盖度因子时,采用线性光谱模型对 ETM 影像进行混合像元分解,在植被、裸土、高反照 3 个组分端元的基础上建立了植被覆盖因子与归一化植被指数的之间的估算关系式:

$$C_i = \frac{F_{ls}}{1 + F_{veg} + F_{NPM}}$$

$F_{ls}$ 、 $F_{veg}$  和  $F_{NPM}$  分别表示裸土覆盖度、植被覆盖度和非光合作物质的覆盖度。通过这类方法计算出来的  $C$  值可行性高、可靠性高、认可度高。

每个地区情况存在很大的差异,在研究某一区域时,不能直接使用经验模型,需要结合研究地区的实际情况进行  $C$  因子的计算。流域、区域  $C$  因子的计算是一个难点,需要利用模型结合遥感技术进行进一步研究。

### 3 基于景观格局的计算方法

早在 20 世纪 70 年代,德国便将景观保护应用于土壤整理方面。但直到 21 世纪初期,我国才将景观格局运用于土地利用方向。

在 20 世纪 90 年代,国外一些学者利用景观格局指数对土壤侵蚀进行研究。如 1997 年,Slattery 等<sup>[14]</sup>分析出泥沙场地边界输移下的粒径分布更能说明水流中携带或淤积下来的岩土颗粒的粒度特征。1999 年,Takken 等<sup>[15]</sup>研究表明,为了解流域内泥沙的侵蚀情况并准确预测其侵蚀变化,需利用空间分布数据建立相关的空间分布侵蚀模型。二者均肯定了不同土地利用类型下,景观结构对泥沙侵蚀的重要影响,但未深入研究与景观格局空间分布有关的内容。2000 年,Oost 等<sup>[16]</sup>提出一种和以往不同的水侵蚀模型,此模型同时考虑了土地利用变化和场地边界变化对侵蚀的影响,即考虑时间变化下和空间变化下的水土流失,证实了结合景观空间格局的模型能更好地评估环境变化对土壤侵蚀的影响。在此之后,我国也开始着力于结合景观格局的土壤侵蚀研究。如 2011 年刘宇等<sup>[17]</sup>探究了边界密度、斑块分维数、斑块丰度等 12 个常用景观指数在土壤侵蚀方面的应用,为研究生态景观格局下的土壤侵蚀机制提供了更好的理论指导。同年,王计平等<sup>[18]</sup>以黄土丘陵区为研究对象,运用景观格局指数分析方法,避免了传统景观格局过于强调景观水平对生态过程的影响的弊端,从景观水平、斑块类型水平、“嵌套”景观水平等不同尺度下研究流域的土壤侵蚀情况。将景观格局运用于土壤侵蚀的研究,是今后一个新的研究方向,也是土壤学科发展的必然趋势。

### 4 结语

利用 RS 和 GIS 技术的方法、模型的计算方法、基于景观格局指数的定量计算法,这 3 种研究土地利用变化与对土壤侵蚀影响的方法均具备各自的优点,但也存在一定的(上接第 166 页)

发展速度,而在微生物肥料中的投入巨大,微生物肥料的包装、存储、运输等问题尚待解决,生产过程也亟待标准化、流程化。

微生物肥料具有高产、低投入、农作物品质高、容易推广、环境友好等特点,符合我国绿色农业的概念,也符合人民对无公害农产品的追求,微生物肥料在农业领域将会发

挥出意想不到的经济效益和生态效益。

在今后的相关研究中,应根据预期的研究目标和研究所具备的条件和前提,合理地选择相应的方法。另外,目前大多数学者致力于在空间尺度上研究土地利用变化与土壤侵蚀的关系,相较于前者时间尺度上的区域对比研究比较薄弱。因此,可以考虑土地利用格局的差异等因素,研究同一地区的土地利用格局变化及土壤侵蚀对这种变化的响应。土地退化、河流泥沙淤积和生态环境恶化的根本原因是土壤侵蚀,而土地开垦、过度砍伐等人类活动是造成土壤侵蚀的主要原因,合理利用土地对保护生态环境至关重要。研究土地利用变化对土壤侵蚀的影响,对于做好水土保持工作,促进区域可持续发展具有重要意义。

### 5 参考文献

- [1] 颜耀文,陈发虎.干旱区土地利用/土地覆盖变化与全球环境变化[J].地域研究与开发,2002,21(2):22-26.
- [2] 路彩玲,海原县土地利用变化与土壤侵蚀关系研究[D].银川:宁夏大学,2015.
- [3] 张世文,唐南奇.土地利用/覆被变化(LUCC)研究现状与展望[J].亚热带农业研究,2006,2(3):221-225.
- [4] 王尧,蔡运龙,潘懋.贵州省乌江流域土地利用与土壤侵蚀关系研究[J].水土保持研究,2013,20(3):11-18.
- [5] 邱扬,傅伯杰,王勇.土壤侵蚀时空变异及其与环境因子的时空关系[J].水土保持学报,2002,16(1):108-111.
- [6] 章影.丹江口库区土地利用与土壤侵蚀变化及其关系研究[D].武汉:中国科学院研究生院(武汉园),2016.
- [7] 申广荣,柳云龙,钱振华.资源环境信息学[M].2版.上海:上海交通大学出版社,2016.
- [8] JONG S M D, PARACCHINI M L, BERTOLO F, et al. Regional assessment of soil erosion using the distributed model SEMMED and remotely sensed data[J]. CATENA, 1999, 37(3/4): 0-308.
- [9] 王茜,王卫,吕昌河.基于 GIS 和 RS 的土地利用与土壤侵蚀关系研究:以冀北地区为例[J].中国水土保持科学,2006,4(6):37-41.
- [10] 刘婷.不同土地利用背景下三峡库区土壤侵蚀模拟[D].重庆:重庆师范大学,2017.
- [11] 蔡崇法,丁树文,史志华,等.应用 USLE 模型与地理信息系统 IDRISI 预测小流域土壤侵蚀量的研究[J].水土保持学报,2000,14(2):19-24.
- [12] LU D, LI G, VALLADARES GS, et al. Mapping soil erosion risk in Rondônia, Brazilian Amazonia; using RUSLE, remote sensing and GIS [J]. Land Degradation & Development, 2004, 15(5): 499-512.
- [13] 白雲.基于混合像元分解的海坛岛植被覆盖度因子研究[J].亚热带资源与环境学报,2013(4):81-86.
- [14] SLATTERY M C, BURT T P. Particle size characteristics of suspended sediment in hill slope runoff and stream flow [J]. Earth Surface Processes and Landforms, 1997, 22(8): 705-719.
- [15] TAKKEN I, BEUSELINCK L, NACHTERGAELE J, et al. Spatial evaluation of a physically-based distributed erosion model (LISEM) [J]. CATENA, 1999, 37(3/4): 0-447.
- [16] OOSTK V, GOVERS G, DESMET P. Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage [J]. Landscape Ecology, 2000, 15(6): 577-589.
- [17] 刘宇,吕一河,傅伯杰.景观格局-土壤侵蚀研究中景观指数的意义解释及局限性[J].生态学报,2011,31(1):267-275.
- [18] 王计平,杨磊,卫伟,等.黄土丘陵区景观格局对水土流失过程的影响:景观水平与多尺度比较.生态学报,2011,31(19):5531-5541.

### 5 参考文献

- [1] 黄秀梨.微生物学[M].北京:高等教育出版社,1998:194-218.
- [2] 王敬国.植物营养的土壤化学[M].北京:中国农业大学出版社,1995:34-60.
- [3] 胡淑娟.微生物肥料的研究现状与发展趋势分析[J].中国标准化,2018(22):234-235.
- [4] 郑茗月,李海梅,赵金山,等.微生物肥料的研究现状及发展趋势[J].江西农业学报,2018,30(11):52-56.