

湖北省土壤侵蚀景观信息定量研究

张志, 王少军, 赵温霞

(中国地质大学 地球科学学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 在土壤侵蚀领域内首次提出土壤侵蚀景观的概念。在 ARC/INFO 软件平台的支持下, 采用遥感—地理信息系统一体化的土壤侵蚀强度等级制图方法, 获取了土壤侵蚀的图形数字信息, 运用图形数字信息对土壤侵蚀景观结构进行了计算。区位商法是城市经济基础理论的代表性方法之一, 引用该方法可以定量评价某一土壤生态区的土壤侵蚀水平与大区域的水平间的差异性。基于上述 3 个基本事实, 对湖北省土壤侵蚀景观的图形信息进行了数据挖掘, 对其“多样性”和“区位商”进行计算。结果表明不同的土壤生态区其值相差较大。该定量计算方法的理论意义在于为土壤侵蚀领域的定量研究提供了新方法, 其实际意义是可以实现土壤侵蚀分区和治理规划量化。

关键词: 土壤侵蚀景观; 多样性; 区位商; 定量研究

文献标识码: B 文章编号: 1000-288X(2001)02-0037-04 中图分类号: S157.1, P283.8

Quantitative Study on Landscape Information of Soil Erosion in Hubei Province

ZHANG Zhi, WANG Shao-jun, ZHAO Wen-xia

(Faculty of Earth Sciences, Chinese University of Geosciences, Wuhan 430074, PRC)

Abstract: The notion of landscape of soil erosion is brought forward for the first time. The means of expression on types of soil erosion and grading of intensity is the paper medium long-term in soil erosion scopes. Quantitative study aims at the aspects of soil erosion mechanism and erosion quantity of small catchment or sidehill before. In the course of possession of the digital information on soil erosion figures, the integration of RS and GIS technique is used based on ARC/INFO. The texture of soil erosion landscape is figured out by the digital information of patterning. The method of the regional location quotient is quoted, which is one of the typical methods on urban economical basic theory. The missdistance of soil erosion between one of soil zoology region with the other region can be assessed. Based on three facts discussing before, the patterning information is analyzed, and landscape diversity and the regional location quotient are calculated. The results show that there are different values in different soil ecology region in Hubei province. The method provided the train of new thought for quantitative study in erosion soil scopes, and it makes great sense for valuation in separated soil erosion area of Hubei province.

Keywords: landscape of soil erosion; quantitative study; diversity; the regional location quotient

湖北省地处长江中游, 地质地貌类型、土壤类型丰富, 北部有发源于大别山区的 7 大水系, 西南部属于清江流域, 中部属江汉湖群和长江、汉江流域。土壤侵蚀是基于地球表层岩石圈、土壤圈、生态圈、大气圈相互作用的一种动力学过程。从社会学角度看, 土壤侵蚀现象是人与自然不协调相处的一种行为现象和过程, 同时土壤侵蚀也会导致一系列的社会后果; 从可持续发展角度看, 水土保持工程又是实现对国土整治、环境治理、区域经济开发和维护土地资源生产

力的一项系统工程; 从信息化管理角度看, 运用遥感—地理信息系统建立湖北省土壤侵蚀信息系统可以有效提高水土流失的监测及动态监测水平。

本文基于遥感—地理信息系统一体化的土壤侵蚀制图实践和景观生态学的基本原理提出了土壤侵蚀景观的概念, 首次定量计算了湖北省土壤侵蚀景观的空间结构。这项研究对湖北省土壤侵蚀分区评价、对土壤侵蚀背景的研究和长江流域的生态治理工程均具有理论和实际意义。

收稿日期: 2001-01-16

资助项目: 1999 年“全国土壤侵蚀遥感调查”项目的湖北省部分

作者简介: 张志(1964—), 男(汉族), 湖北人, 副教授。1992 年毕业于中国地质大学(武汉)研究生院, 获硕士学位。主要从事遥感地质及地理信息系统的教学与研究。电话(027)87482843, E-mail: zhangzhi_2001@263.net

1 土壤侵蚀景观

1.1 景观沿革

景观,近代作为科学名词被引入地理学和生态学,具有地表可见景象的综合与某个限定性区域的双重含义。它具有明确的边界和统一的外貌,可辨识性、空间重复性和异质性是其主要特征。景观是一个由不同土地单元镶嵌组成,具有明显视觉特征的地理实体;它处于生态系统之上、大地理区域之下的中间尺度,兼具经济价值、生态价值和美学价值^[1]。

观察农业景观,无论选择什么地点,都会遇见种植几种不同作物的农田,乡村小路、防护林带、农舍、灌木丛以及牛、马等蓄禽。观察城市景观我们会反复看到楼房、街道、商店、学校以及车辆等。山地峡谷景观,则只见荒地、密林和灌草丛等。但这系列的观察中有 3 个重要特点:(1)景观中所有的点均处于相同的气候条件之下;(2)景观中大多数点有相似的地貌特征;(3)景观中各点受到相似的干扰作用。干扰是在生态系统或者景观中能使正常格局引起足够大的变化的事件。经过几天、几年甚至几个世纪以后,干扰就造成了另一种景观^[2]。

1.2 土壤侵蚀景观概念的提出及必要性

在土壤侵蚀强度、类型图上不同土壤侵蚀强度等级斑块是一个综合自然地理环境,它是对一定范围内水土流失进行类群归并的产物,主要由地方性自然要素分异规律支配,同时也受人类经济活动的影响。从土壤侵蚀的角度看,可以将遥感图像上不同强度等级土壤侵蚀的图斑视为一种景观元素,将遥感图像看作是由不同等级土壤侵蚀强度的地域所组成的景观。不同土壤侵蚀强度的地域具有景观的基本特征,只是对于土壤侵蚀景观中景观的含义、功能的理解有别于其它领域对景观的理解。其它领域要求景观具有多样性,而土壤侵蚀领域要求减少景观的多样性,即减少土壤侵蚀类型数及图斑数,使景观元素最终达到同一景观元素—微度土壤侵蚀景观。

另外,长期以来土壤侵蚀领域内,对土壤侵蚀类型、侵蚀强度等级制图工作仅停留在类型和等级划分的纸介质图的表达形式,量化研究主要集中在土壤侵蚀机理和小流域、坡面流失量等发生学的定量计算上^[3]。作者认为在 GIS 的支持下景观生态学、地理学中对于景观元素及其结构的一些定量计算在土壤侵蚀领域同样适用,由此导致土壤侵蚀信息的空间结构的描述从单纯的定性描述转变为量化的描述,土壤侵蚀领域的定量研究又有了新的方法,使水土保持工作更为科学化。

2 土壤侵蚀景观多样性指数

2.1 景观多样性指数的计算原理

对土壤侵蚀景观生态系统空间特征的量度及其指标体系的建立,是空间结构研究的深化方向^[4,5]。该指数的大小反映景观类型的多少和各景观所占比例的变化。当景观是由单一类型构成时,景观是均质的,其多样性指数为 0;由 2 个以上类型构成的景观,当各景观类型所占比例相等时,其景观的多样性指数最高;各景观类型所占比例差别增大,则景观的多样性下降。选取 Shannon—Weaver 公式计算,即

$$H = - \sum_{k=1}^m P_k \ln P_k \quad (1)$$

式中: H ——土壤侵蚀景观多样性指数; m ——土壤侵蚀景观类型数目; P_k ——第 k 类景观类型所占的面积比例,计算时可以将 P_k 换成 $W_i / \sum_{i=1}^n W_i$ 。 W_i ——土壤侵蚀景观中第 i 类土壤侵蚀的面积; n ——景观中的侵蚀种类数。上式的本质是信息论中的熵,其值的大小表明了景观的均质程度。

2.2 不同土壤生态区土壤侵蚀景观多样性计算

湖北省土壤侵蚀遥感调查采用遥感—地理信息系统一体化的成图技术得到了不同土壤侵蚀景观的面积^q(表 1)。以表 1 的原信息为基础对土壤侵蚀景观多样性进行计算。从表 1 中可以看出湖北省不同土壤生态区带内的土壤侵蚀景观的多样性有较大差别。表 1 中多样性数值可划分为 4 种类型:大于 1 者有十堰、黄冈、恩施、宜昌、黄石鄂州及咸宁土壤生态区;接近 1 者有襄樊、随州和孝感土壤生态区;0.5 左右者有荆门、武汉和神农架土壤生态区;非常小者有荆州和天、潜、沔土壤生态区。

多样性指数的空间分异与湖北省地质地貌景观单元、土壤侵蚀强度的分异区相吻合。荆州和天、潜、沔地区地处江汉平原,大部分地区属微度土壤侵蚀区;荆门、武汉和神农架地区总体属于侵蚀较弱的地区,近年来人为侵蚀的面积在增加;襄樊、随州和孝感逐渐进入盆地周围的山区,在地貌上同处于鄂北低山丘陵岗地,土壤侵蚀的面积和类型在增加;十堰、黄冈、恩施、宜昌、黄石鄂州及咸宁是湖北省土壤侵蚀重点区位,地貌上处于鄂西中高山、鄂东南低山丘陵区和大别山低山丘陵区,是长江防护林工程建设的地段之一,也是近年来国家为了山峡库区等国家级大型水利工程的生态安全而加大水土保持治理力度的地区。从湖北省土壤侵蚀景观多样性指标的定量计算实践来看,它在土壤侵蚀景观区的划分上是一个较好的指标,在今后的工作中值得进一步研究。

表 1 湖北省土壤侵蚀现状及多样性指数

土壤生态区	微度侵蚀	轻度侵蚀	中度侵蚀	强度侵蚀	极强度侵蚀	多样性指数 H
十堰	11 732.48	5 479.30	2 138.23	3 949.11	338.49	1.264
襄樊	12 489.71	3 980.40	2 821.67	397.95	66.03	0.988
随州	3 674.15	1 506.90	1 597.77	191.45	5.08	0.943
孝感	8 588.62	1 744.98	1 024.04	156.62	12.67	0.788
黄冈	9 853.40	2 488.07	2 822.26	1 851.84	441.66	1.227
神农架	2 861.90	167.68	92.70	104.09	0.58	0.475
恩施	14 438.45	3 130.07	5 486.13	895.81	44.10	1.043
宜昌	13 485.17	4 011.25	3 262.00	559.27	63.91	1.004
荆门	9 514.63	1 633.01	1 165.97	13.33	2.40	0.509
荆州	13 538.84	400.37	154.21	1.38		0.189
天、潜、沔	7 098.45	22.52	18.31			0.006
武汉	7 211.10	785.89	414.03	110.46	1.61	0.565
黄石鄂州	4 192.81	740.81	877.75	333.27	63.75	1.001
咸宁	6 160.59	1 685.15	1 044.97	715.39	137.43	1.083

3 湖北省土壤侵蚀区位商法分析

3.1 区位商法^[7]

区位商法是城市经济基础理论中区分城市经济活动的基本和非基本部分的代表性方法之一。该方法认为全国行业的部门结构是满足全国人口的结构,因此各个城市必须有类似的劳动力行业结构才能满足当地的需要。低于这一比重的部门,城市需要从外地输入产品或取得服务。当城市某部门比重大于全国比重时,认为此部门除满足本市需要外还存在基本活动部分。大于全国比重的差额即该部门基本活动部分的比重,把各个部门和全国平均比重的正差额累加,就是城市总的基本部分。

马蒂拉(J. M. Mattila)和汤普森(W. R. Thompson)首先提出这种方法,其数学表达式为

$$L_i = \frac{e_i / e_t}{E_i / E_t}$$

式中: e_i ——城市中 i 部门职工人数; e_t ——城市中总职工数; E_i ——全国 i 部门职工数; E_t ——全国总职工数, $i = 1, 2, 3, \dots, n$; L_i ——区位商, L_i 大于 1 的部门是具有基本活动部分的部门。

3.2 土壤侵蚀景观信息区位商

为了科学地对湖北省土壤侵蚀现状的基本情况划分,对马蒂拉和汤普森的数学表达式的实质进行挖掘,我们提出公式(2)对湖北省的土壤侵蚀景观信息区位商系列指标进行计算。

$$L_{li} = \frac{e_{li} / e_t}{E_{li} / E_t} \quad (2)$$

式中: e_{li} ——某土壤侵蚀景观区中 i 级土壤侵蚀强度的面积; e_t ——某土壤侵蚀景观区的国土总面积;

E_{li} ——湖北省 i 级土壤侵蚀强度的面积; E_t ——湖北省国土总面积。

根据表 1 的数据源,经计算可以得到图 1。区位商的分异是地质地貌单元、不同的行政区划内人类活动强度对土壤侵蚀的影响结果的综合反映,是土壤侵蚀区位分异的评价指标之一。

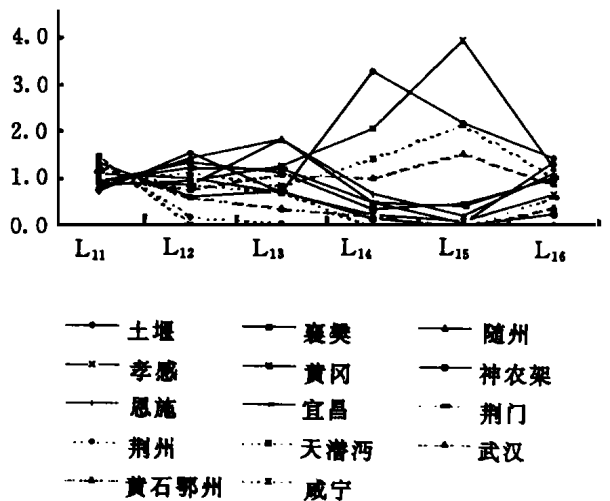


图 1 湖北省不同土壤侵蚀景观区区位商图

图 1 直观地表现出了不同土壤生态区内的土壤侵蚀区位商分布情况,区位商曲线均在“1”上下振荡,“1”说明了湖北省土壤侵蚀景观的土壤侵蚀结构组成。若 $L_{12}, L_{13}, L_{14}, L_{15}$ 大于“1”表明该土壤侵蚀景观区的侵蚀面积水平高于湖北省土壤侵蚀景观的土壤侵蚀水平;小于“1”表明该土壤侵蚀景观区的侵蚀面积结构低于湖北省土壤侵蚀景观的土壤侵蚀结构。 L_{11} 值越大该区微度侵蚀面积越大,水土流失面积小。

从土壤侵蚀区位商的涵义及水土保持工作中对土壤侵蚀强度的要求来看,湖北省土壤侵蚀景观区位商图中的形态可以划分为 3 类。(1) 总体上升型,如黄冈、十堰、咸宁、黄石鄂州土壤侵蚀景观区;(2) 总体下降型且大部分区位商值低于“1”,如神农架、荆州、荆门、武汉及“天、潜、沔”和孝感;(3) 总体下降型但局部上升,部分区位商值高于“1”,如随州、襄樊、恩施、宜昌。各种不同的曲线形态类型反映了该区水土流失现状的基本特征。

4 结 论

(1) 根据实践和景观生态学的基本理论,提出了土壤侵蚀景观的基本概念及其内涵,为土壤侵蚀信息的定量研究奠定了基础。

(2) 土壤侵蚀多样性指数对划分土壤侵蚀景观区意义较大,属于景观空间结构研究的基本内容^[6],是对群体单元的空间组合状况的定量描述。

(3) 区位商值的大小说明的是某土壤侵蚀景观区内不同等级的土壤侵蚀的面积水平与区域土壤侵蚀水平的差异。从湖北省的实践可以看出区位商中

L_{11} 值越大,该土壤侵蚀景观区的土壤侵蚀程度越弱,水土保持工作做得较好,生态环境则较优越。

土壤侵蚀景观多样性指数、区位商值是土壤侵蚀强度等级的最终定量描述,尚未与水土流失的成因机理联系。

[参 考 文 献]

- [1] 肖笃宁,李晓文. 试论景观规划的目标、任务和基本原则 [J]. 生态学杂志, 1998, 17(3): 46—52.
- [2] 许慧,王家骥. 景观生态学的原理的理论与应用 [M]. 北京: 中国环境科学出版社 1993.
- [3] 郑粉莉. 浅谈我国土壤侵蚀学科亟待加强的研究领域 [J]. 水土保持研究, 1999, 6(2): 26—31.
- [4] 王仰麟,赵一斌,韩荡. 景观生态系统的空间结构: 概念、指标与案例 [J]. 地球科学进展, 1999, 14(3): 235—241.
- [5] Forman R T. Some general principles of landscape and regional ecology [J]. Landscape Ecology, 1995, 10(3): 133—142.
- [6] 薛重生,张志,王京名. 湖北省土壤侵蚀遥感调查与 GIS 制作 [J]. 地质科技情报, 1999, 18(3): 42—50.
- [7] 许学强,周一星,宁越敏编著. 城市地理学 [M]. 北京: 高等教育出版社 1999.

本刊加入“万方数据——数字化期刊群”的 声 明

为了实现科技期刊编辑、出版发行工作的电子化,推进科技信息交流的网络化进程,本刊现已入网“万方数据——数字化期刊群”,所以,向本刊投稿并录用的稿件文章,将一律由编辑部统一纳入“万方数据——数字化期刊群”,进入因特网提供信息服务。凡有不同意见者,请另投它刊。本刊所付稿酬包含刊物内容上网服务报酬,不再另付。

“万方数据——数字化期刊群”是国家“九五”重点科技攻关项目。本刊全文内容按照统一格式制作,读者可上网查询浏览本刊内容,并征订本刊。

《水土保持通报》编辑部
二〇〇一年四月二十日