

川中丘陵区侵蚀产沙的尺度单元及其研究方法

贺秀斌, 张信宝, 文安邦

(中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川成都 610041)

摘要: 川中丘陵区地表以紫色沙页岩风化形成的紫色土壤为主, 基岩风化剥蚀过程与流失过程交替进行。该区垦殖率高, 植被盖度低, 地形破碎, 土地利用结构复杂, 土壤侵蚀严重。根据川中丘陵区的景观特征和土地利用格局, 认为地块应为该区土壤侵蚀研究的基本单元; 探讨了在不同尺度单元上开展土壤侵蚀监测、评价和预测预报的方法。

关键词: 川中丘陵; 土壤侵蚀; 尺度单元; 地块; 支毛沟

文献标识码: B

文章编号: 1000—288X (2004) 03—0018—03

中图分类号: S157.1

Multi-scale Methods for Soil Erosion Assessment in Hilly Regions of Middle Sichuan Province

HE Xiu-bin, ZHANG Xin-bao, WEN An-bang

(Institute of Mountain Hazard and Environment, CAS & MWR, Chengdu 610041, Sichuan Province, China)

Abstract: Soil in hilly regions in the middle of Sichuan Province is mainly a type of purple soil which has been developed from the purple shale rock. The vegetation cover is scattered, and the steep slopes are intensively cultivated, leading to severe soil erosion. In addition, the land use pattern is very complex. The present paper introduced a conception of land block as basic unit for erosion monitoring and the potential multi-scale method for erosion assessment on different spatial scales.

Keywords: hilly region of Sichuan Province; soil erosion; multi-scale units; land block; tributary gully

川中丘陵区大部分为紫色土壤, 母质为紫色砂页岩, 岩体表面易碎裂剥蚀, 基岩风化剥蚀过程与流失过程交替进行, 加之垦殖率高, 植被稀少, 地形破碎, 土壤侵蚀较为强烈。如遂宁市, 坡耕地占旱地的 68.13%, 坡耕地的流失量占总流失量的 60% 以上, 侵蚀模数 $9\ 831\ \text{t}/\text{km}^2$; 重庆、自贡、泸州、德阳、锦江南充、乐山、宜宾、达县等市县土壤侵蚀模数大多在 $5\ 000\ \text{t}/\text{km}^2$ 以上^[1-5]。早在 20 世纪 30 年代, 中央农业实验室和四川农业改进研究所就在紫色丘陵区(内江)开展了坡地的土壤侵蚀试验小区观测研究。建国后, 中国科学院、长江流域管理机构 and 各省农水研究单位及高等院校开展了土壤侵蚀规律和防止措施的试验示范研究工作; 1988 年和 1996 年的全国土壤侵蚀遥感调查以及 20 世纪 80 年代末的“长防”工程一定程度上推动了川中地区的土壤侵蚀研究工作; 90 年代初, 张信宝等在四川盐亭、泸定、云南元谋等地开展了侵蚀产沙的¹³⁷Cs 示踪研究, 开展了农耕地、非农耕地和泥沙来源的调查工作^[6-8]。但是由于长期经费

投入不足, 缺乏对该地区坡面侵蚀和流域产沙的系统监测, 对侵蚀产沙模数和流域泥沙输移规律认识分歧较大^[9-12], 坡面或小流域产沙预报与评价模型研究基本空白。土壤侵蚀的理论研究远远滞后于水土保持实践。本文对川中丘陵区土壤侵蚀研究的基本单元和系统监测, 以及评价方法进行了讨论。

1 不同尺度的侵蚀环境单元

地学中的很多问题都与时空尺度密切相关, 特别是在采用样方的数据以地学统计的方法来解释或描述不同尺度的地学现象时, 时空尺度分辨率尤为重要。土壤侵蚀是与时空尺度密切相关概念, 随着时空尺度的变化, 土壤侵蚀的内涵、过程、机理、影响因素等也发生变化。土壤侵蚀研究的尺度通常有径流小区、小流域、流域和自然区域单元; 但很多统计数据是以行政区域来划分的, 有县、省、国家和洲等。而实际影响土壤侵蚀的气候、地貌、地质、土壤、植被和人为因素如土地利用等的时空尺度变化非常复杂, 特别是

收稿日期: 2003-02-09

资助项目: 本研究为 973 项目(2003CB415200); 中国科学院知识创新工程项目(KC—330); 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所创新前沿项目

作者简介: 贺秀斌(1967—), 男(汉族), 博士, 研究员, 博士生导师, 主要从事土壤侵蚀与水土保持等方面的研究工作。已发表论文 40 余篇, SCI 收录 8 篇。电话(028)85232105, E-mail: xiubinh@imde.ac.cn。

川中丘陵地区更为复杂, 传统的径流小区观测方法所得数据很难推广到小流域甚至坡面, 因为多数实际坡面较陡, 坡长较短, 台田、坎田和地垄常见; 农地、草地、林地、水田和池塘等土地利用单元相互镶嵌(图 1)。因此根据自然景观特征和人为的社会经济状况选择合理的土壤侵蚀研究基本单元是非常重要的, 有利于数据的标准化、有效性和广义性, 更有利于不同尺度观测数据的推广和相互印证, 模型的尺度转换等问题, 还可以促进深刻认识不同尺度水土流失和土壤侵蚀研究机理与过程, 进一步揭示土壤侵蚀的复杂性, 在不同层面上为水土保持治理效益评价和水土流失预测预报提供科学依据。

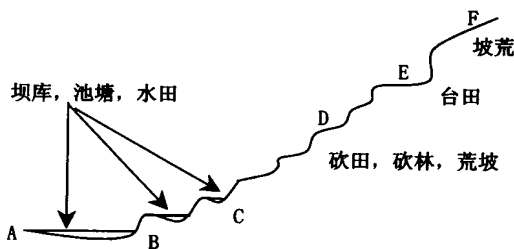


图 1 不同土地利用单元沿坡面的分布

川中丘陵区的小流域内毛支沟非常发育, 流域内的水田、池塘和坝库分布较多, 坡面侵蚀与流域平均侵蚀强度相差较大; 坡耕地的侵蚀量应陡坡地上的台田、坎田和地垄作用而与小流域监测数据相差悬殊。因此用常规径流小区观测和流域水文监测等方法取得的数据来评价小流域或流域的土壤侵蚀, 与实际情况差别较大。本文提出地块作为该地区土壤侵蚀研究的基本单元, 依此升比例为地块、坡面、毛支沟、小流域和流域(或区域)。下面对地块和毛支沟单元的概念作简要描述。

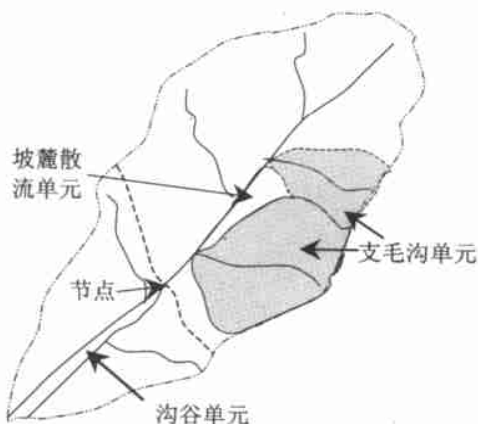


图 2 小流域与支毛沟的关系示意图

地块是具有独立的水文路径, 单一的土地利用方式和均质土壤的地形地貌体。其空间尺度可以由几个平方米到几平方公里, 单元内的各侵蚀因素具有确切的表达指标, 是侵蚀产沙研究的最小单元。

支毛沟是小流域内次一级的流域单元, 长江上游地区由于池塘、坝库分布广泛, 对流域的侵蚀产沙, 泥沙输移与淤积起着重要的作用, 在土壤侵蚀和沟道泥沙输移等研究中作为最基本汇水单元(图 2)。

2 不同尺度单元侵蚀研究方法集成

土壤侵蚀的研究尺度一般由小到大可分雨滴击落面、径流小区、坡面、小流域和流域或区域。在雨滴击落面的尺度上, 研究方法既溅蚀的研究观测方法^[14-17]; 标准径流小区可以对坡面的土壤面蚀、细沟及细沟间侵蚀过程和规律进行很好地监测, 大型野外径流场还可以观测浅沟和沟谷侵蚀, 主要监测手段有水文泥沙观测、土壤深度测量及沟谷插点实测法^[18-19]; 小流域和流域的土壤侵蚀评价主要依赖于水文观测资料, 近年来遥感技术和元素示踪技术对缺乏监测数据区域土壤侵蚀评价起着重要作用, 但其精度和准确性决定于对各侵蚀因子的判读和侵蚀预报或评价模型的有效性。核素示踪技术由于廉价、省时又易于掌握, 应用的时间尺度可以是次降雨事件到几千年的范围; 空间尺度范围也较广泛(详见图 3), 特别是在传统方法的观测资料积累很少的地区, 核素示踪技术是获取土壤侵蚀量和河流泥沙来源资料的一种重要途径。川中丘陵区自 20 世纪 50 年代来, 修建了大量坝库、池塘, 其中堆积了完整的泥沙沉积序列, 可以利用矿物组成、粒径分布、孢粉组合、碳同位素比值、养分和各种核示踪元素等信息反演流域内不同尺度单元上的土壤侵蚀特征^[7-8, 13-14]。

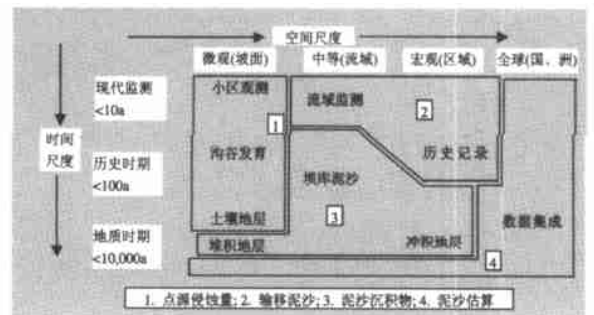


图 3 土壤侵蚀评价的时空尺度及其相应的研究方法

3 结论

川中丘陵区大部分地区为坡耕, 垦殖率高, 植被稀少, 地形破碎, 土地结构复杂, 土壤侵蚀强烈, 土壤

侵蚀研究应以地块为基本监测单元; 由于前期系统观测资料较少, 但是池塘、坝库分布广泛, 沉积在池塘和坝库中泥沙沉积物储藏大量的信息, 如矿物组成、粒径分布、孢粉组合、碳同位素比值、养分和各种核示踪元素等对流域内不同时空尺度上的土壤侵蚀特征都有反映, 特别是核素示踪技术由于廉价、省时又易掌握, 应用的时空尺度范围较广泛, 且前景广阔。

[参 考 文 献]

- [1] 史立人. 长江流域水土流失特征、防治对策及实施成效[J]. 人民长江, 1998, 29(1): 40—42
- [2] 徐茂其, 张大泉. 川中丘陵土壤水力侵蚀及防治对策[J]. 水土保持学报, 1992, 6(4): 35—42
- [3] 刘刚才, 朱波. 四川低山丘陵区紫色土不同土地利用类型的水蚀特征[J]. 水土保持学报, 2001(2): 39—32
- [4] 史德明. 长江流域土壤侵蚀的特点及其潜在危险[J]. 中国水土保持, 1983(3): 43—46
- [5] 朱波. 紫色母岩风化侵蚀及其环境效应[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999(5): 16—19
- [6] 文安邦, 刘淑珍, 范建容, 等. 雅鲁藏布江中游地区土壤侵蚀的 $Cs-137$ 示踪法研究[J]. 水土保持学报, 2000, 14(4): 47—50
- [7] 张信宝, D. E. Walling, 冯明义, 等. Pb—210 在土壤中的深度分布和通过 Pb—210 法求算土壤侵蚀速率模型[J]. 科学通报, 2003, 48(5): 502—506
- [8] 文安邦, 张信宝, 王玉宽, 等. 长江上游 $Cs-137$ 法土壤

侵蚀量研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(6): 1—3

- [9] 史立人. 水土保持是治理江河的根本[J]. 中国水土保持, 1998(11): 13—17
- [10] 杨艳生, 梁音, 刘佳桂. 长江三峡土壤坡面流失及重力侵蚀[J]. 水土保持学报, 1991, 5(3): 29—35
- [11] 景可. 长江上游泥沙输移比初探[J]. 泥沙研究, 2002(1): 53—59
- [12] 冯明汉. 长江流域土壤侵蚀研究现状及存在问题[J]. 长江水土保持, 2003(1): 14—16
- [13] 史立人, 魏特. 岩矿分析法及其在河流泥沙调查中的应用[J]. 水土保持学报, 1988, 2(2): 80—88
- [14] Dearing J A, Alstrom K, Bergman A, et al. Past and present erosion in southern Sweden [M]. In: Boardman, Foster, Dearing, (Eds), Soil Erosion on Agricultural Land Wiley, Chichester, 1990 687.
- [15] Nearing M A, Bradford J M. Single waterdrop splash detachment and mechanical properties of soils [J]. Soil Sci Soc Am. J. 1985, 49: 547—552
- [16] 窦葆璋, 周佩华. 雨滴的观测和计算方法[J]. 水土保持通报, 1982, 2(1): 44—47
- [17] 高学田, 包忠谟. 降雨特性和土壤结构对溅蚀的影响[J]. 水土保持学报, 2001, 15(3): 24—27
- [18] 唐克丽, 张科利, 郑粉莉, 等. 子午岭区自然侵蚀与人为加速侵蚀剖析[J]. 西北水土保持研究所集刊, 1993, 17: 17—28
- [19] 郑粉莉, 康绍忠. 黄土坡面不同侵蚀带侵蚀产沙关系及其机理[J]. 地理学报, 1998, 53(5): 422—428

(上接第 8 页)

The study reveals that cultivated lands extended obliquely to the direction of sand dune movement are extremely affected, while other segments which extend parallel to the direction of the movement are not affected. Accordingly the north Shaanxi Province were divided into areas of different classes of potential risk moreover, the area of western desert are also affected by blown sands and sand movement from neighboring highlands

[References]

- [1] Bagnold R A. The physics of blown sand desert dunes London: Methuen Baret F. and G. Guyot (1991) Potentials and Limits of Vegetation Indices For LAI and A PAR Assessment Remote Sensing of the Environment, 1954 35: 161—173
- [2] Muhs D R, Bush C A, Cowherd S D, Mahan S. Source of Sand for the Algodones Dunes[M]. In Tchakerian, V. P., ed, Desert aeolian processes; New York,

Chapman and Hall, 1995 37—74 Cliffs, N. J.

- [3] CCICCD. China Country Paper to Combat Desertification [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 1997a 18—31.
- [4] Jiao Juren. Integrated Techniques and Practices of Sands Rebuilding by Hydraulic Power [M]. Shaanxi Science and Technology Press, June 1996
- [5] Black C A, Evans D D, White J L, et al. Methods of Soil Analysis [M]. Part I. Am Soc Agron Inc, 1965
- [6] Abdulla H J. Rate of sand dune movement during the dry season in the lower Mesopotamian plain - Basrah [J]. J. Agric Sci 1990(1, 2): 99—107.
- [7] Bagnold R A. The physics of blown sand and desert dunes [M]. Methuen and Co. Ltd, London, 1971. 7—12
- [8] Chepil W S. Soil condition that influence wind erosion [J]. U. S. D. A. Tech Bull, 1958 1185
- [9] Yang Zhongxin. Afforestation Investigation in Yulin Prefecture [M]. Shaanxi Province Publishing House, China, 1984