

区域水土流失研究的科学体系

杨勤科, 李 锐

(中国科学院水利部水土保持研究所, 西北农林科技大学水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 区域水土流失研究是土壤侵蚀水土保持学科的重要组成部分。在综述国内外研究的基础上, 从研究对象、研究目标和主要研究内容等方面, 对区域水土流失研究的学科体系进行了讨论。最后提出了区域水土流失研究的重点问题, 包括: 区域水土流失及动态分析与趋势预测, 水土保持的区域环境效应研究, 区域水土保持政策与决策, 区域水土保持的基础信息设施研究等四个方面。

关键词: 土壤侵蚀; 水土流失; 水土保持; 区域

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)05-0011-03

Research on Regional Soil Erosion

YANG Qin-ke, LI Rui

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resource;
Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The study of regional soil erosion is a part of soil erosion sciences. Based on the reviewing of the researches on regional soil erosion, the purposes, objectives, the fields of the regional soil erosion research are discussed, and the issues are identified, they include, monitoring, assessment, and prediction of regional soil erosion, impacts of soil erosion and soil conservation on environmental processes, planning of soil and water conservation, and infrastructure building for regional soil erosion researches.

Key words: soil erosion; soil loss; soil and water conservation; region scale

1 引 言

土壤侵蚀是水力、风力、重力及其与人为活动的综合作用对土壤、地面组成物质的侵蚀破坏、分散、搬运和沉积的过程^[1]。对土壤侵蚀的全面研究, 除继续深化侵蚀过程微观研究外, 还须将研究尺度放大到足够的时间跨度和空间尺度, 以便认识土壤物质被剥蚀、搬运和堆积的全过程。也只有这样, 才能深刻认识土壤侵蚀对农业生产影响, 对河床和坝库的淤积, 以及污染物质在下游的富集等。90 年代以来开展的全球变化研究, 对土壤侵蚀与全球变化关系, 水土流失及其治理对区域和全球生态环境的影响, 给予了越来越多的关注。同时制定国家水土保持宏观规划和决策, 制定国民经济发展计划, 要以区域水土流失的基本信息为基础; 依法实现对全国、省区和重点流域水土保持保持状况的公告, 也必须依托于区域水土流失定量评价及其数据。可见, 区域尺度水土流失研究, 既是水土保持科学研究的要求, 也是水土保持事业的要求。

2 国内外研究概况

2.1 国际上的有关研究情况

近年来有关国际研究计划和组织对全球和区域尺度的

土壤侵蚀给予了极大的关注。例如地中海荒漠化和土地利用研究^[2], 全球变化和陆地生态系统研究^[3], 欧洲科技协调委员会土壤侵蚀组^[4], 欧洲土壤标本和土壤信息中心等。有关区域土壤侵蚀定量评价研究的基本思路可以概括为三个方面。(1) 遥感 GIS 数据和方法与坡面模型(USLE) 的结合, 如澳大利亚科学家在对全澳片蚀、细沟的定量评价中, 将 RUSLE 和有关遥感数据和 GIS 数据集成, 完成了澳洲大陆逐月和年土壤侵蚀定量评价和制图^[5]。(2) 基于坡面模型和尺度转换的定量评价: 区域性乃至全球性土壤侵蚀的研究中, 基于坡面试验观测对于土壤侵蚀的理解, 考虑将多种尺度的土壤侵蚀过程和模型相互结合, 注意利用时空尺度转换的方法, 完成对较大区域水土流失及其相关问题(如土地退化) 的评价和预报^[6, 7]。(3) 区域土壤侵蚀模型的开发: 20 世纪 80 年代末以来, 学者们就开始探索在 GIS 环境下开发小流域土壤侵蚀预报模型, 用以分析计算小流域土壤侵蚀时空动态^[8], 区域性土壤侵蚀模型的开发随之展开。Kirkby 等在地中海土地利用是变化模拟项目中, 提出了两个新的土壤侵蚀模型。法国的土壤侵蚀危险性评价和径流评价^[9], 利用 250 m 空间分辨率在法国开展的这种研究工作。作者认为该方法有可能被推广应用到全球尺度(分辨率 1 000 m)。荷

* 收稿日期: 2006-06-05

基金项目: 中国科学院知识创新重要方向项目: 黄土高原水土保持的区域环境效应研究, 合同号: KZCX3-SW-421; 中澳合作项目—黄土高原植被恢复重建水环境效应研究, 合同号: LWR1/2002/018

作者简介: 杨勤科(1962-), 男, 主要从事区域水土流失和遥感与 GIS 应用研究。

兰科学家地中海荒漠化和土地利用研究中,对区域尺度分布式土壤侵蚀模型进行了有益的探索^[10]。

国际上的研究认为,土壤侵蚀是多尺度的,各种尺度主导性作用方式不同,研究的深度和细度,服务对象也不同;可以在多种空间尺度上开发具有无论基础的土壤侵蚀模型,多种模型有可能建立联系;在区域尺度上,存在开发区域模型的物理基础;土壤侵蚀、水土保持与全球变化有关系。

2.2 国内的研究

我国区域水土流失研究的历史可以追索到 19 世纪 40 年代^[11]。系统研究开始于 20 世纪 50 年代的黄土高原考察^[12-13]和 20 世纪 80 年代的第二次黄土高原考察^[14]。区域性水土流失研究表现在三个方面。一是国家和区域水土流失调查和制图研究^[15,16];二是区域水土流失的因子分析^[17-22];三是区域水土流失定量评价^[23-25]和水土保持监测的规范化^[26]。区域土壤侵蚀的研究从一开始就密切结合了国家经济建设、水土保持决策的需要,同时也考虑了发展中国特色水土保持科学体系的需要。上述的三个方面同时也是区域水土保持发展的三个阶段。第一阶段主要是分析研究区域水土流失的环境条件、影响因子,类型与区域特征,该阶段的研究虽然是定性的,但是一方面为国家水土保持宏观规划和决策提供了支持,另外一方面也为以后的土壤侵蚀制图、土壤侵蚀评价因子研究奠定了基础。其中由朱显谟院士提出的土壤侵蚀分类和分区系统^[13,27],以及在中国土壤侵蚀制类型图中提出的图例系统^[28],均对以后的土壤侵蚀学科发展形成了深远的影响。而黄秉维院士提出的黄土高原土壤侵蚀区域划分方案^[12],以其简明扼要至今仍然在水土保持工作中形成影响。第二阶段主要是利用试验观测和遥感数据方法对区域水土流失的主要因子进行了系统分析。而第三阶段,则是在前两个阶段基础上,引入遥感和 GIS 技术,将野外试验观测、水文资料分析和实地测试等方法及其获得的数据结合,开发区域土壤侵蚀模型。

2.3 存在的主要问题

已有研究虽然取得了一些进展,为更进一步的研究奠定了基础,但是还存在以下问题。包括:(1)对区域土壤侵蚀过程缺乏应有的认识和理解,致使区域尺度土壤侵蚀评价研究缺乏理论基础。(2)缺乏能覆盖较大区域的、具有一定详细程度和系统性的观测资料,基于遥感数据对模型参数的提取能力还有待提高和发展完善。(3)土壤侵蚀模型与遥感和 GIS 的集成和结合,大多还只是一种松散式的,因而即不能完全发挥模型本来的优势,也不能完全发挥 GIS 的优势。(4)区域尺度水土流失研究的方法,还不成体系,理论上的框架也还有待建立。还没有提出来类似 USLE 和 WEPP 那样完善的模型,尺度转问题也没有比较大的进展。

3 我国区域水土流失研究的科学体系

3.1 区域水土保持科学体系

区域水土流失的研究对象,是我国主要水土流失区域的水土流失及其环境问题,同时应当适时开展全球尺度的水土流失研究。

区域水土流失的研究目标,是为我国水土流失区域水土保持和生态环境、生态安全体系建设和区域可持续发展连续不断地提供水土流失宏观信息和多种可供选择的决策方案;发展完善区域水土保持理论和技术体系,参与国家和地方水

土流失预报业务运行和评估系统建设。

区域水土流失的科技体系,区域水土保持与环境研究将依托于土壤侵蚀机理、流域生态与管理等基础性试验观测和水土保持与生态环境建设试验示范研究,通过自身的试验观测和微观研究的抽象与综合,研究较大尺度水土流失过程,区域水土流失影响因子,水土流失类型、时空格局与区域,水土流失和水土保持保持对环境影响、水土保持战略的科学和技术体系。

3.2 区域水土流失学科研究的主要领域

3.2.1 区域水土流失及动态分析与趋势预测

以土壤侵蚀和资源环境科学理论为基础,以空间信息技术系统为支撑,利用全数字化方式研究多种分辨率区域水土保持及其环境的时空格局,建立比较完善的区域水土流失评价理论、技术方法和数据支撑体系。为区域水土保持治理和生态环境建设及时提供数据支持和决策依据。主要研究重点为:(1)区域水土流失的过程与因子分析:分析区域尺度水土流失发生发展和演化机理,影响因子和因子的提取/测试与相互关系;分析研究多种尺度水土流失之间的关系与时空尺度转换方法。(2)区域水土流失评价模型:根据区域水土流失过程,在 GIS 支持下,开发区域水土流失定量评价模型,对我国水土流失状况进行定期评价预测。(3)水土流失区域的现代地表过程及其格局研究:在水土流失定量评价研究基础上,拓展研究领域区域现代地表过程及其格局作出比较系统分析研究。(4)世界水土流失及其防治的现状与对策:通过与有关国家和国际组织的合作和交流,系统调查、分析世界水土流失现状,水土保持的对策和措施,为我国指定水土保持政策,参与世界科技竞争提供支持。

3.2.2 水土保持的区域环境效应研究

从宏观空间尺度,对水土流失与水土保持的生态学、环境学和社会经济学效应进行综合性、宏观性研究分析和评价,定期为国家和地方政府提供水土保持状况分析报告。研究重点为:(1)区域水土流失环境效应的重大问题:包括水文效应(土壤水、地表水的消涨),土壤效应(土壤水分、土壤肥力、土地生产力等变化),生物学效应(区系变化、群落演替、生物多样性等变化),社会经济效应(食物安全、消除贫困、地区经济发展)等。(2)区域水土流失/水土保持环境效应的重点区域:黄土高原水土流失/保持与黄河下游平原持续发展,长江上游水土流失与三峡工程安全,干旱半干旱地区风蚀沙化与京津地区的风沙尘天气。(3)区域生态环境建设与东亚环境变化:重点研究中国的水土流失和风蚀对区域和全球环境的影响。

3.2.3 区域水土保持政策与决策

研究区域水土保持中的经济与社会问题与过程,以现代管理信息系统为主要手段,研究发展区域水土保持的政策、体制、管理与决策,并在黄土高原做出示范。研究重点为:(1)区域水土保持规划与决策的基础理论研究:分析研究新时期水土保持规划的理论基础,包括土地适宜性、自然恢复的潜力与途径、区域水土保持与生态环境建设中的土地利用农村产业结构、区域水土保持的社会经济学分析研究等。(2)区域水土保持评估体系:建立国家水土保持统计系统、评估系统等。(3)区域水土保持的战略与决策:区域水土保持的战略,区域水土保持的政策、体制与立法。

3.2.4 区域水土保持的基础信息设施研究

基于“数字黄土高原”、“国家水土保持基础数据库”和第

二次全国土壤侵蚀遥感调查等已经研究积累,对水土保持基础信息建设的基本理论、技术规程和标准、数据与模型的集成方法等,进行研究并对已有的数据库进行标准化、规范化等完善建设。

4 结 语

区域尺度水土流失研究,是土壤侵蚀水土保持学科的重要组成部分,也是水土保持事业的要求。过去的 10 多年以来,国内外对区域水土流失给予了高度关注,并从区域水土流失调查,区域水土流失因子,坡面积模型在区域水土流失调查中应用,区域水土流失模型开发等方面进行了大量研究

参考文献:

- [1] 中国农业百科全书土壤卷编委会. 土壤侵蚀与水土保持分支条目[M]. 北京: 农业出版社, 1996.
- [2] Kirkby, M A, R M McMahon, MD Shao, et al. MEDALUS soil erosion models for global change[J]. *Geomorphology*, 1998, 24(1): 35– 49.
- [3] Valentin, C B, J Favis– Mortlock, D Ingram, et al. The GCTE Soil Erosion Network[A]. *Proceedings of the ISCO meeting, in 12th International Soil Conservation Organization Conference*. Beijing: Tsinghua University Press, 2002. 299– 305.
- [4] Boardman, C D J, COST Action 623: Soil Erosion and Global Change[Z]. 2002.
- [5] Lu, H, Prosser, I P, Moran, C J, et al. Prediction of Sheet and Rill Erosion Over the Australian Continent[J]. *Australian Journal of Soil Research*, 2003, 41: 1037– 1062.
- [6] Williams, J, M Nearing, A Nicks, et al. Using soil erosion models for global change studies[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 1996, 51(5): 381– 385.
- [7] Kirkby, M J, Imeson, A G, Bergkamp, G et al. Scaling up processes and models from the field plot to the watershed and regional areas[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 1996, 51(5): 391– 396.
- [8] De Roo, A P J, C G. Wesseling, C J Ritsema. LISEM: A Single– Event Physically Based Hydrological and soil Erosion Model for Drainage Basins. I: Theory. Input and Output[J]. *Hydrological Processes*, 1996, 10: 1107– 1118.
- [9] Le Bissonnais, Y M, C Jamagne, M Daroussin, et al. Mapping erosion risk for cultivated soil in France[J]. *Catena*, 2003, 46(2– 3): 207– 220.
- [10] S M de Jong, M L Paracchini, F Bertolo, et al. Regional assessment of soil erosion using the distributed model SEM MED and remotely sensed data[J]. *Catena*, 1999, 37(3– 4): 291– 308.
- [11] 朱显谟. 江西土壤之侵蚀及其防治[J]. *土壤特刊*, 1947, 6(3): 87– 94.
- [12] 黄秉维. 编制黄河中游流域土壤侵蚀分区图的经验教训[J]. *科学通报*, 1955, 12: 15– 21.
- [13] 朱显谟. 黄土区土壤侵蚀的分类[J]. *土壤学报*, 1956, 4(2): 99– 115.
- [14] 唐克丽, 等. 黄土高原土壤侵蚀区域特征与防治途径[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991.
- [15] 朱显谟, 陈代中, 杨勤科, 等. 1: 1 500 万中国土壤侵蚀图[A]. 见《中华人民共和国自然地图集》编辑委员会. 中华人民共和国自然地图集(第二版)[M]. 北京: 中国地图出版社, 1999.
- [16] 杨勤科. 1: 1 500 万中国水土保持图[A], 见: 中华人民共和国自然地图集(第二版)[M]. 北京: 中国地图出版社, 1999. 213.
- [17] 黄义端. 我国几种主要地面物质抗侵蚀性能的初步研究[J]. *中国水土保持*, 1980, (1): 41– 43.
- [18] 王万忠. 中国降雨侵蚀力 R 值的计算与分布(I)[J]. *水土保持学报*, 1995, 9(4): 5– 18.
- [19] 刘新华, 杨勤科, 李锐. 中国地形起伏度的提取及在水土流失定量评价中应用[J]. *水土保持通报*, 2001, 21(1): 57– 59.
- [20] 任洪玉, 杨勤科, 韩琳, 等. 全国水文计算单元空间数据库的建立与应用[J]. *水土保持通报*, 2003, 23(3): 55– 59.
- [21] 韦红波. 植被水土保持功能研究[D]. 陕西杨陵: 中国科学院水利部水土保持研究所, 2001.
- [22] 张爱国. 区域水土流失土壤因子研究[M]. 北京: 地质出版社, 2003.
- [23] 周佩华. 2000 年中国水土流失趋势预测与防治对策[J]. *中国科学院水土保持研究所集刊*, 1988, 7: 57– 71.
- [24] 胡良军, 李., 杨勤科. 基于 GIS 的区域水土流失评价研究[J]. *土壤学报*, 2001, 38: 167– 175.
- [25] Yang Qinke, L, Zhang Xiaoping, Hu Liangjun. Regional Evaluation of Soil Erosion by Water: A case Study in the Loess Plateau of China[C]. in 12th International Soil Conservation Organization Conference. 2002. Beijing, China. Beijing: Tsinghua University Press, 2002.
- [26] 中华人民共和国水利部. 水土保持监测技术规程(SL277– 202)[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.
- [27] 朱显谟. 有关黄河中游土壤侵蚀区划问题[J]. *土壤通报*, 1958, (1): 1– 6.
- [28] 朱显谟. 1: 1 500 万中国土壤侵蚀图[A]. 见《中华人民共和国自然地图集》编辑委员会. 中华人民共和国自然地图集[M]. 北京: 科学出版社, 1965.