

国外农业非点源污染(面源污染)研究动态

郑粉莉^{1,2}, 李 靖², 刘国彬²

(1. 中国科学院水利部水土保持研究所黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨陵 712100;
2. 西北农林科技大学, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 土壤侵蚀引起的农业非点源污染问题是 20 年来国际社会普遍关注的热点。从影响农业污染物运移的因素、污染物运移定量评价模型、减少污染物运移的措施等方面概述了国外农业非点源污染的研究动态, 提出了我国开展面源污染的研究的重点, 包括侵蚀过程对非点源污染质运移和水质影响的机理, 结合我国水蚀预报模型的研究, 研发污染物运移的预报模型, 制定全国统一的农业污染物危险性评价的指标体系。
关键词: 农业非点源污染; 影响因素; 预报模型; 防治措施; 重点研究领域
中图分类号: X 53; X 52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3409(2004) 04-0064-02

The Research Development on Overseas Agricultural
Non-point Source Pollution

ZHENG Fen-li^{1,2}, LI Jing², LIU Guo-bin²

(1. The State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on Loess Plateau, Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Science and Ministry of Water Resource, Yangling Shaanxi 712100, China;
2. Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Research work on agricultural non-point source pollution caused by soil erosion is a hot-point issue in recent 20 years. The author outlined the research development on overseas agricultural non-point source pollution, including the factors affecting agricultural non-point source pollutants, prediction models and measures to minimize agricultural non-point source pollution. Main research fields on developing agricultural non-point source pollution in China were also put forward, including research on processes and mechanisms of agricultural non-point source pollutants, developing prediction model and constituting indicators assessed potential risks of different agricultural non-point source pollutants.
Key words: agricultural non-point source pollution; affecting factors; prediction models; preventing measures; main research fields

近 20 年来,土壤侵蚀引起的农业非点源污染问题是全球关注的焦点。据报导,在美国土壤侵蚀引起的水质污染已造成 22~70 亿美元的经济损失^[1](Lovejoy et al., 1997)。目前有关农业非点源污染的研究主要集中在以下方面:(1)影响污染物运移的因子分析;(2)研发非点源化学污染物运移的预报模型;(3)减少污染物流失的战略和对策研究。

1 影响污染物运移的因素分析

在影响因子分析中,主要评价了土壤中化学元素(尤其是磷素和氮素)形态、有机肥和化肥施用和管理方式、降雨和灌溉、地形、近地表水文条件、作物和耕作管理等对化学污染物运移的影响。其主要结果表现为:(1)水土保持耕作法(少耕、免耕)可以减少土壤流失量和颗粒形态的养分流失,但不

能减少可溶性养分的流失;另一方面,残渣覆盖物在增加土壤有机物、改善土壤结构的同时,残渣腐烂分解部分也增加了径流中的养分浓度^[2~6]。因此,需要寻找有效的防治措施,使其具有防治侵蚀和减少非点源污染物的双重功能。(2)农地过度施肥、尤其是大量过度施用有机肥(家畜、家禽)使土壤中养分积累是引起污染物流失和地表水富养化的根源^[7~13]。(3)流域内养分流失的敏感区集中在流域下游接近河床的土壤水分饱和区^[14~16]。(4)近期郑粉莉和合作者在美国国家土壤侵蚀研究实验室的研究结果表明,近地表土壤水分条件对化学物质运移和地表水质的影响,壤中流(土壤水分饱和且饱和土壤水从土体表面排出)条件下地表径流硝态氮浓度和速效磷浓度分别是土壤水自由下渗条件下的1 000 多倍和 7 倍,说明壤中流对侵蚀泥沙搬运和农业非点源污染

① 收稿日期: 2004-07-10
基金项目: 农业部 948 项目(2003- Z57)
作者简介: 郑粉莉(1960-), 女, 陕西蓝田人, 研究员, 博士生导师, 主要从事土壤侵蚀过程、预报及侵蚀环境效应评价研究。

有重要贡献。因此,控制坡面壤中流的形成是减少农业非点源污染的关键所在。

2 预报模型

目前预报非点源化学污染物运移的模型主要有 ANSWERS (Area Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation)^[17]、GREAMS (Chemicals Runoff, and Erosion from Agricultural Management System)^[18, 19]和 AGNPS (AGricultural NonPoint Source)^[20, 21]等模型。

ANSWERS 模型用于预报次降雨条件下的表面径流量和土壤侵蚀量和污染物流失量。ANSWERS 模型是针对欧洲平原地区的模型。因此,如何合理地确定 ANSWERS 模型参数,使 ANSWERS 模型在我国水土流失应用尚需要做大量的研究工作。

GREAMS 模型是由土壤侵蚀子模型、水文子模型、化学物质侵蚀子模型组成,用于评价田间尺度多种耕作措施下土壤侵蚀和水质状况。模型中将表面径流和洪峰流量统一在径流流路的基础,并能实现流域不同地块的侵蚀模拟。该模型适合于地块内面积约 5 hm² 左右的典型小流域,不适用于复杂的地貌状况;在外部参数输入方面缺乏降雨过程信息,对侵蚀产沙过程考虑不够。近年来对 GREAMS 模型进行了改进,并建立了 GLEAMS 模型,改进后的模型共由 4 个子模型组成:水动力子模型、侵蚀子模型、养分子模型和农药子模型。

AGNPS 模型是一个基于方格框架组成的流域框架的分布模型,由栅格采集模型参数,用以模拟次暴雨径流和侵蚀产沙过程,径流采用美国水土保持局的径流曲线数法 (curve number) 进行预测,产沙量用 USLE 直接计算,同时可以模拟计算土壤养分的流失。

参考文献:

[1] Lovejoy S B, Lee, J G, Randhir T O, et al. Resaerch needs for water quality management in the 21st century: A spatial decision support system[J]. J. Soil Water Conserv, 1997, 52: 19- 23.

[2] Alberts E E, Spomer R G. Dissolved nitrogen and phosphorus in runoff from watersheds in conservation and conventional tillage[J]. J. Soil and Water Conservation, 1985, 40(1): 153- 157.

[3] Baker J L, Laflen J M. Water quality consequences of conservation tillage[J]. J. Soil and Water Conservation, 1983, 38 (3): 186- 193.

[4] McDowell L L, McGregor K C. Nitrogen and phosphorus losses in runoff from no-tilled soybeans[J]. Trans. ASAE, 1980, 23: 643- 648.

[5] McDowell L L, McGregor K C. Plant nutrient losses in runoff from conservation tillage corn [J]. Soil and Tillage Res, 1984, 4: 79- 81.

[6] Romkens M J M. Nitrogen and phosphorus composition of surface runoff as affected by tillage method[J]. J. Environ. Qual., 1973, 2: 292- 295.

[7] Pote D H, Daniel T C, Nichols D J, et al. Relationship between phosphorus levels in three Ultisols and phosphorus concentration in runoff[J]. J. Environ. Qual., 1999, 28: 170- 175.

[8] Cox F R, Hendricks S E. Soil test phosphorus and clay content effects on runoff water quality[J]. J. Environmental Quality., 2000, 29(5) : 1582- 1586.

[9] Sims J T, Edwards A C, Schoumans O F. Integrating soil phosphorus testing into environmentally based agricultural management practices[J]. J. Environ. Qual., 2000, 29: 60- 71.

3 防治污染物流失的战略与对策研究

有关如何有效的减少污染物输移的研究主要集中在以下 5 个方面^[22 ~ 25]: (1) 优化施肥方案(包括肥料类型、施肥量和时间、施肥方式等); (2) 鉴别流域内污染物流失的敏感区; (3) 确定污染物在流域内运移的路径; (4) 研发和实施最佳的管理措施; (5) 建立不同污染物危险性评价的指标体系。

4 我国开展非点源污染研究的重点

我国在农业非点源污染方面的研究十分薄弱。而近 10 多年来土壤侵蚀引起水体富营养化现象呈明显的上升趋势。如 1978 ~ 1980 年对我国 34 个湖泊和水库的调查资料表明,富营养化的水体占 14.7%; 而 1987 ~ 1989 年调查的 22 个湖泊中富营养化的已达 63%。因此,迫切地开展这方面的研究工作。建议近期研究的重点主要集中在以下几个方面:

(1) 土壤侵蚀对非点源污染质运移和水质影响的过程及其机理。通过对地表径流和侵蚀泥沙中农业化学物质(主要为硝态氮、氨态氮、速效磷及有害重金属)的分析测试,阐明侵蚀过程对农业非点源污染物运移的影响及其污染物运移对水质的影响,并从理论上对影响机理进行深入剖析。

(2) 结合我国水蚀预报模型的研发,研发污染物运移的预测预报模型。非点源污染物运移的载体是径流和泥沙。因此,建议将我国水蚀预报模型的研究与非点源污染物运移的预测预报研究相结合。国外这方面的成功经验可供我们借鉴。

(3) 制定全国统一的农业污染物危险性评价的指标体系。结合全国水土保持监测网格建设,建立我国农业非污染物运移的监测网。在此基础上,建立适合中国国情的农业非点源污染的数据库及评价指标体系,为国家决策和宏观管理提供支撑。

参考文献:

- [1] Wischmeier W H, Smith D D. Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning [S]. USDA Agricultural Handbook, No. 537, 1978.
- [2] 张宪奎, 许靖华, 卢秀琴, 等. 黑龙江省土壤流失方程的研究[J]. 水土保持通报, 1992, 12(4): 1- 9.
- [3] 林素兰, 黄毅, 聂振刚, 等. 辽北低山丘陵区坡耕地土壤流失方程的建立[J]. 土壤通报, 1997, 28(6): 251- 253.
- [4] 牟金泽, 孟庆枚. 降雨侵蚀土壤流失预报方程的初步研究[J]. 中国水土保持, 1983, (6): 23- 27.
- [5] 金争平, 史培军, 侯福昌, 等. 皇甫川流域小流域地块土壤侵蚀预报模型及应用[A]. 见: 黄河皇甫川流域土壤侵蚀系统模型和治理模式[M]. 北京: 海洋出版社, 1992. 60- 84.
- [6] 杨艳生, 史德明, 吕喜玺. 长江三峡区的坡面土壤流失量和入江泥沙量计算[J]. 水土保持学报, 1991, 5(3): 22- 27.
- [7] 周伏建, 陈明华, 林福兴, 等. 福建省土壤流失预报研究[J]. 水土保持学报, 1995, 9(1): 25- 30.
- [8] 陈法扬, 王志明. 通用土壤流失方程在小良水土保持试验站的应用[J]. 水土保持通报, 1992, 12(1): 23- 41.
- [9] 杨子生. 滇东北山区坡耕地土壤流失方程研究[J]. 水土保持通报, 1999, 19(1): 1- 9.
- [10] Liu Baoyuan, Zhang Keli, Xie Yun. An Empirical Soil Loss Equation[A]. In: Process of soil erosion and its environment effect volume II 12th ISCO[C]. Beijing: Tsinghua Press, 2002. 21- 25.
- [11] 江忠善, 王志强, 刘志. 黄土丘陵区小流域土壤侵蚀空间变化定量研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2(1): 1- 9.
- [12] 蔡强国, 王贵平, 陈永宗. 黄土高原小流域侵蚀产沙过程与模拟[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 190- 196.

(上接第 65 页)

- [10] Daniel T C, Sharpley A N, Lemunyon J L. Agricultural phosphorus and eutrophication: A symposium overview[J]. J. Environmental Quality., 1998, 27: 251- 257.
- [11] Foy R H, Withers P J A. The contribution of agricultural Phosphorus to eutrophication[J]. Proc. Fert. Soc. , 1995, 365: 1- 32.
- [12] Carpenter S R, Caraco N E, Correll D L, et al. Nonpoint pollution of surface water with phosphorus and nitrogen[J]. Ecol. Applic., 1998, 8: 559- 568.
- [13] Parry R. Agricultural phosphorus and water quality: A US Environmental Protection Agency Perspective[J]. J. Environ. Qual., 1998, 27: 258- 261.
- [14] Gburek W J, Sharpley A N. Hydrologic controls phosphorus loss from upland agricultural watersheds[J]. J. Environ. Qual., 1998, 27(2): 267- 277.
- [15] Gburek W J, Sharpley A N, Heathwaite L, et al. Phosphorus management at the watershed scale: A modification of the phosphorus index[J]. J. Environ. Qual., 2000, 29: 130- 144.
- [16] Walter M T, Walter M F, Brooks E S, et al. Hydrologically sensitive areas: variable source area hydrology implications for water quality risk assessment[J]. J. of Soil and Water Conservation., 2000, 35(3): 277- 284.
- [17] Beasley D B, Huggins L F. ANSWERS User's Manual[S]. West Layette: Dept. of Agric. Eng., Purdue University. 1982.
- [18] Knisel W G, et al. CREAMS: A field scale model for chemicals, runoff and erosion from agriculture management system [R]. Washington, D. C.: Cons. Res. Rep. USDA, 1980, 20.
- [19] Knisel W G, et al. CREAMS: A field scale model for Chemicals, Runoff and Erosion from Agriculture Management System[R]. Cons. Res. Rep. No. 26, Washington, D. C.: Science and Education Administration, USDA, 1983.
- [20] Young, R A. AGNPS: A nonpoint source pollution model for evaluating agricultural watershed[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1989, 44(2): 168- 173.
- [21] <http://www.sedlab.olemiss.edu/agnps.html> [EB/ OL].
- [22] Daniel, T C, A N Sharpley, D R Edwards, et al Minimizing surface water eutrophication from agriculture by phosphorus management[J]. J. Soil and Water Conservation, 1994, 49: 30- 38.
- [23] Sharpley A N, Daniel T C, Sims J L, et al. Determining environmentally sound soil phosphorus levels[J]. J. Soil and Water Conservation, 1996, 51(2): 160- 166.
- [24] Sharpley A N, Chapa S C, Wedepahl R, et al. Managing agricultural phosphorus for protection of surface water: Issues and Options[J]. J. Environ. Quality, 1994, 23: 437- 451.
- [25] Sharpley A N, Tunney H. Phosphorus research strategies to meet agricultural and environmental challenges of the 21st Century[J]. J. Environ. Qual., 2000, 29: 176- 181.