第 29 卷 第 1 期
2010 年 01 月

地 理 科 学 进 展
PROGRESS IN GEOGRAPHY

Vol.29, No.1
Jan., 2010

海岸带陆源非点源污染研究进展

侯西勇[1]，张安定[2]，王传远[1]，王秋贤[2]，应兰兰[1]

(1. 中国科学院烟台海岸带研究所，烟台 264003；2. 鲁东大学地理与规划学院，烟台 264025)

摘 要：海岸带是人类活动的集中区和环境变化的敏感区，受气候变化与人类活动因素的影响，其环境和生态极易遭受扰动而恶化。改革开放以来，随着我国东部沿海地区工业化、城市化的迅速发展，海岸带陆源污染问题日益突出，已对该区域的环境质量和生态安全构成了严重威胁。非点源污染是海岸带河口及近海水体陆源污染的重要方面，在很多区域，非点源污染甚至已超过点源污染而成为河口和近岸海域水体污染的主要原因，在这种背景下，加强海岸带陆源非点源污染研究，意义非常重大。本文在概述非点源污染基本特征及其国内外研究现状的基础上，重点阐述了海岸带陆源非点源污染的研究进展，并指出了研究的不足之处，进而，提出了当前及未来时期需重点研究的内容以及需要注意的问题。

关 键 词：海岸带；非点源污染(NPS)；研究进展

海岸带是人类活动的集中区、环境变化的敏感区和生态交错的脆弱带[1]，改革开放以来，随着我国东部沿海地区工业化、城市化进程的迅速发展，海岸带陆源污染问题日益突出，已经对区域环境质量、生态安全和生态服务功能构成了严重的威胁。我国四大海域岸线漫长，入海河流 1500 多条，入海径流量超过 1.88 万亿 m^3，占全国外流河总径流量的 76%以上[2]，随着经济社会的发展，大量陆源污染物被河流系统输送至近岸海域，对海岸带的环境和生态造成了极大的冲击[3]。非点源污染是海岸带陆源污染的重要组成部分，尤其是近年来，在许多海岸带区域已超过点源污染，成为众多河口与近海水体污染的主要原因，为此，加强海岸带区域的陆源非点源污染研究，意义重大。

1 非点源污染研究

1.1 非点源污染的概念与特征

非点源污染 (Non-Point Source Pollution，NPS)是指各类污染物在大面积降水和径流冲刷作用下汇入受纳水体而引起的水体污染[4]，又称为面源污染。污染物类型包括泥沙、营养物(以氮和磷为主)、可降解有机物(BOD、COD)、有毒有害物质(重金属、合成有机化合物)、溶解性固体及固体废弃物等[5]。美国环境保护局(EPA)指出，非点源污染包括农业区的农药、化肥与除草剂，城市径流及能源生产中的油类和有毒化学物，不合理土地利用及侵蚀造成的沉积物，灌溉导致的盐分，矿山酸性排水，畜牧养殖及有机质腐烂造成的营养物质和细菌，大气沉降及水渠改造导致的污染物等。鉴于农业区与城市区在非点源污染方面存在的显著差异，EPA 将非点源污染分为农业非点源污染和城市非点源污染两大类[6-7]。

与点源污染相比，非点源污染具有空间上的广泛性和时间上的不确定性等特征，因而增加了对其监测、研究和防治的难度[8-9]。而且，随着点源污染逐渐得到有效控制，非点源污染问题愈显突出和严重，其危害性也愈来愈显著，甚至超过点源污染而成为水环境污染的最重要来源，尤其是在通过增加营养物质含量而导致湖泊、近海等水体富营养化方面，占据了越来越重要的地位。早在 20 世纪末，非点源污染就已占美国水污染排放量的一半以上，其中，农业面源污染是非点源污染的主要来源[5,9]；近年来，在我国东部经济比较发达的地区，非点源污染也逐渐成为水环境污染的主导性因素[5,10-11]，尤其是大城市周边地区，非点源污染已超过点源污染，成为河流、地下水污染的主要原因。

1.2 非点源污染研究现状

20 世纪 70 年代初，美国对五大湖治理的重视及“清洁水法”(Clean Water Act)的颁布引起了人们

收稿日期：2009-04；修订日期：2009-07.

基金项目：中国科学院资源与环境信息系统国家重点实验室开放研究基金资助项目 (A0713)，国家自然科学基金项目(40801016)，中国科学院知识创新工程重要方向项目(kzcx2-yw-224)。

作者简介：侯西勇(1975-)，男，博士，研究员，硕士生导师，主要从事土地利用/覆盖变化、海岸带信息集成、海岸带综合管理方面研究。E-mail：xyhou@yic.ac.cn

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

对非点源污染问题的关注和重视[9,11]。在北美和西欧，非点源污染的研究与防治受到了高度重视；在我国，自 20 世纪 80 年代末，非点源污染研究也得到了越来越多的关注[11-12]。目前，我们对人类活动影响下非点源污染的机理与特征已有了总体的认识。大量研究认为，土地利用变化是造成和加剧非点源污染的重要原因[9,13-15]。

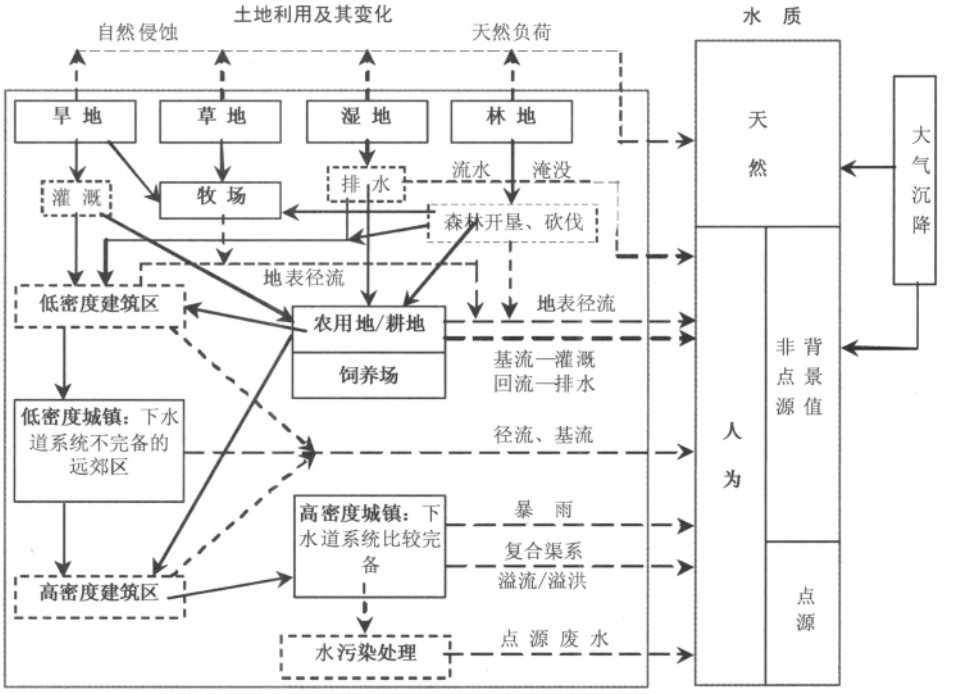

图 1 土地利用变化对水环境的影响

Fig.1 Effects of land use change on water environment

图 1 清晰地揭示了土地利用变化与非点源污染之间的因果关系[16]：①城市化、农业生产、畜牧养殖、土地开发等过程不仅产生了大量污染物质，加剧土壤侵蚀，而且通过改变下垫面形态导致降雨—蒸发/入渗—径流等水文过程发生显著的变化，进而通过河流系统的输送作用使污染物质在湖泊、水库、近海水域富集，从而造成水体污染问题；②土地利用及其变化是水文与水环境过程的主要影响因素，其对水环境的作用形式以非点源污染为主；③非点源污染具有复杂的形成机理，与大气沉降、土壤侵蚀、降雨—径流、土地利用与管理等多种自然和人为因素均密切相关。

由于非点源污染问题的复杂性及监测的难度，模型方法逐渐发展成为相关研究的主要工具。非点源污染模型的发展经历了若干阶段性的飞跃[5,11]，很大程度上反映了非点源污染领域研究的发展历程：由最初的 BOD-DO 耦合模型 (1925) 到流域尺度 SWM 水文模拟模型 (1960s)，再到 SWMM、ANSWERS、STORM、USLE 等水文水质模型(1970s)，再到 CREAMS、SWRRB、AGNPS、AGNPS、SWAT 等非点源污染模拟模型 (1980s)，再到 BASINS 等集成 GIS 与非点源污染模型并支持流域管理与决策的综合模型(1990s)。目前，大部分非点源污染模型集成了产汇流(水文过程)、土壤侵蚀、气候变化、土地管理、水生态系统及情景分析等功能，其中，水文过程和土壤侵蚀模拟是非点源污染模型的基础。另外，也有不少模型将点源污染与非点源污染的模拟进行了有效集成。

我国对非点源污染的研究略为迟缓，但进展迅速，在国家科技攻关、中科院知识创新工程、国家自然科学基金、973、863 等项目带动下，以中国科学院、中国农科院、中国环境科学研究院等为主，在农业及城市非点源污染和水体富营养化等方面开展了大量研究。从受纳水体角度来看，陆域的河流、湖泊、水库等是主要的研究对象，例如，黑河[17]、黄河及其支流[18]、长江上游[19]、太湖流域[20]、密云水库[21]、官厅水库等[22]等。此外，有学者以流域为单元对全国非点源污染负荷进行了概算[11]，这些研究大大提高了我们对不同区域非点源污染物产生—迁移—富集过程的认识。对城市非点源污染的研究[23-24]，初步揭示了城市土地利用类型、结构、格局及其变化对非点源污染源、汇以及整个迁移—富集过程的影响机制，相关成果大大促进了城市规划与管理的科学性与实效性。

国内外在非点源污染研究领域存在众多的共性。例如，多以流域为研究对象，由较小的空间尺度扩展到较大尺度以及多尺度综合研究[9,14,25-26]；由以营养元素为主的研究逐渐发展到对更多非点源污染物的研究，由以地表径流过程为主的研究发展为区域水循环过程的系统综合研究[27-29]；由对区域/流域长期平均负荷的估算发展为较高时间分辨率的过程模拟[6,30-31]；由简单的计算模型发展为集成 GIS 的可视化空间模型；由单一的水质模型发展为水量与水质结合、并与非点源污染管理决策相结合[32-35]的分布式模型，等。在土地利用及其变化对非点源

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

污染的影响方面，国内外的结论也基本一致，如，城市化及不透水面面积增加改变径流过程，是非点源污染的“源”(以沉积物、有毒物质为主)；农业活动加剧土壤侵蚀，也是非点源污染的重要“源”(以有机质、沉积物、营养元素和农药为主)；森林和湿地是非点源污染的重要缓冲区，能够吸附固定大量污染物；土地开发会产生大量的悬浮颗粒物和污染物；交通用地是大量有毒污染物的“源”；矿山开采及其弃土、尾矿是酸性物质和金属等污染物的“源”。此外，众多研究表明，地理位置、地貌、土壤、气候、河流特征(水系分级、流速、比降、水深、岸崩等)及滨岸水生植物等也是非点源污染物“产生/释放—迁移/降解—沉积/富集”过程的重要影响因素，在很大程度上“重塑”了土地利用及其变化对受纳水体非点源污染负荷的影响。

2 海岸带陆源非点源污染研究

从受纳水体的角度来看，河流、湖泊、水库、河口、湿地、海湾、近海等类型水体都是非点源污染研究所密切关注的对象。海岸带陆源非点源污染重点针对河口(湿地)、海湾及近海等类型的水体，与内陆区域相比，海岸带区域非点源污染的机制与机理更趋复杂，来源更为广泛，危害也更为严重。

在欧美，除了陆域的河流、湖泊、水库之外，海岸带区域的河口、海湾与近海也早已成为非点源污染研究的重点对象，例如，五大湖[14,36]、Chesapeake Bay[37]、墨西哥湾[38-39]、密西西比河[38,40]、美国重要的河口[41]等，欧洲的波罗的海、黑海、地中海、葡萄牙重要河口等[41-42]。而且，国外对海岸带非点源污染的研究，还表现出涉及问题的广泛性和深刻性等特征，通过如下研究内容可以体现：长时间尺度气候(降水)变化对入海河流非点源污染的影响[13,14]，农业与城市化对海岸带非点源污染负荷的影响[25,28,34]，海岸带水体营养负荷的变化特征[32,36]，河道形态对入海河流营养元素输送的影响[39]，非点源污染对陆域水体及近海生态系统的影响[35,37-39]，海岸带陆源非点源污染的控制[43]，河口湿地对非点源污染降解作用[40]，河口富营养化特征及区域性对比研究[41]，海岸带流域及区域最佳管理措施(BMPs)的制定与实施[16]，海岸带湿地水质标准与环境阈值判定[33]、最大日负荷总量(TMDL)估算等。欧美对海岸带陆源非点源污染的研究已经日臻成熟，例如，在美国，非点源污染研究与控制已经是其海岸带综合管理(ICZM)的 6 大具体措施之一。

总的来说，在我国，对非点源污染的研究尚处于初始阶段，目前主要集中于对陆地区域农业和城市化非点源污染以及典型湖泊、水库富营养化等方面的研究。关于海岸带污染物入海通量、河口营养盐输送、河口污染特征、近海水体与底泥中的污染负荷、近海水域环境容量等，国内学者也开展了相关的研究。例如，刘国华等在 1993-1997 年海河水质监测资料的基础上计算了各种污染因子的污染指数和入海通量[44]；刘征涛、王婉华等对长江河口区域的水样进行了检测分析，重点鉴定了长江河口的有机污染物类型及其浓度，并对比了枯水期和丰水期长江河口区 5 个断面不同深度水样污染物的类型差异和浓度差异[45-46]；王修林等对胶州湾主要化学污染物海洋环境容量进行了深入的研究[47]；陈克亮等研究了厦门市近岸海域近 10 年的废水和主要污染物质排放量，计算了农业非点源污染负荷和城市非点源污染负荷，并估算海岸带污染负荷[48]；袁宇等利用 2003 年实测数据，以大凌河、大辽河为例，分别研究了污染物入海通量非点源贡献率的分析方法以及中小河流入海通量的估算方法[49-50]；欧维新等估算了盐城海岸带陆源氮磷污染负荷的分配情况，表明养殖水域氮磷排放是海岸带陆源污染的主要方面[51]；刘星才等对东南沿海中小流域非点源污染进行了研究与分析[52]等。另外，环境保护部主持的“珠江口及毗邻海域碧海行动计划”项目对珠江口陆源非点源污染(农业非点源)进行了大规模的调查，同时，还实施了“渤海碧海行动计划”、“保护海洋环境免受陆基活动影响中国行动计划”等，极大的促进了海岸带区域陆源非点源污染研究的进展。

综上所述，美国、欧洲等西方发达国家在海岸带陆源非点源污染研究方面已经进入了相对成熟的阶段，并大大推动了各种非点源污染物治理技术与管理措施的进步与完善。但我国对海岸带陆源非点源污染问题的研究尚处于起步阶段，总的来说，由于监测手段落后、数据资料有限、资源投入不足等多方面原因，相关的研究还比较零散，缺乏系统性，在很大程度上，还属于对陆地区域水体非点源污染研究的“末端延伸”；污染物负荷及通量估算是当前研究的重点，但多数研究仅局限在少量的典型河口与海湾区域，而对海岸带大范围区域的深入研究相对较少；对陆源非点源污染在海岸带区域环境污染中的地位，海岸带陆源非点源污染的物质组成、数量特征、空间格局、时间变化、主要来源及其对海岸带区域经济社会发展和人类健康所造成的危害等基本问题的认识都还很不清楚，这种现状还难以满足我国海岸带陆源非点源污染控制决策与管理的需求。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3 未来研究展望

可喜的是,近年来,针对海岸带陆源非点源污染的研究已经得到越来越多的关注,相关的科研课题及学术成果在逐渐增加。海岸带陆源非点源污染研究正在成为环境科学、海洋科学、生命科学等多学科交叉研究的热点和焦点问题。为尽快缩小国内外海岸带陆源非点源污染研究现状的差异,促进我国海岸带环境与生态的保护, 当前和未来时期,需要不断加强这一领域的相关研究,其中,重点的内容包括:

(1)海岸带陆源非点源污染物的类型特征、数量特征及其区域差异和城乡差异,重点是通过广泛的监测和大样本取样分析,揭示我国当前海岸带陆源非点源污染的基本状况, 并结合环境部门相关数据, 分析点源污染和非点源污染的消长关系,"绘制"非点源污染发生程度空间分布图;

(2)海岸带陆源非点源污染物产生、迁移、转化和富集的过程、特征与机理,重点是研究和揭示主要非点源污染物的来源和时空运移特征,确定陆源非点源污染的主要"源头"及其迁移、降解与累积过程, 揭示非点源污染物运移的关键界面和关键过程;

(3)适用于海岸带区域特殊环境中非点源污染研究的计算机模型方法, 不管是简单的统计模型,还是复杂的分布式机理模型,都需要对其在海岸带复杂易变环境下的适用性和精度水平进行评估和改进;

(4)陆源非点源污染对近海环境生态及海岸带人类健康的影响效应,既包括对各单一类型污染物毒理、毒害及其致灾特征的深入研究,又包括对区域多类型污染物质复合污染的毒害特征、环境和健康效应的综合分析;

(5)海岸带环境容量动态评估,应该基于对海岸带复杂环境系统及其各种影响因素的综合分析,准实时、动态化地估算其环境容量;

(6)海岸带土地利用变化的环境效应评价,海岸带区域土地利用程度和集约化水平都远远高出内陆,尤其是城市化水平更为突出,因此,应格外关注海岸带土地利用变化对非点源污染的影响程度和影响特征;

(7)海岸带陆源非点源污染物通量预测、控制与管理,重点借鉴美国在 TMDL 计算与控制方面的经验和体制,并注重制定和实施适合于我国国情的流域及海岸带最佳管理措施, 以及发展基于观测、监测、模拟和预测技术的海岸带水环境决策支持系统、风险评价系统和突发性环境事件预警系统。

需要强调的是,海岸带环境与生态对气候变化和人类活动均高度敏感,因此,对海岸带陆源非点源污染的研究需要将"流域—河口—海湾—海域"作为一个系统的连续体,在不同的时空尺度分析和揭示气候变化与人类活动对陆源非点源污染过程的影响机理,通过广泛的监测和多学科的集成与综合研究,促进对海岸带陆源非点源污染过程、机理和规律的认识以及相关监测与防治技术的发展。我国海岸带入海河流大部分流程较短,属中小尺度的河流系统,与长江、黄河等大尺度系统相比,具有不尽相同(甚至迥然相异)的特征与规律,例如,多为感潮河川或季节性河流,很多区段海岸带沟谷系统不发育,径流过程以坡面漫流为主;对气候变化与人类活动具有较高的敏感性和快速响应性; 状态易变、不稳定;在经济社会发展方面具有突出的区位重要性,等。因此,将"流域—河口—海湾—海域"作为连续体,加强陆源非点源污染的研究力度,不仅是海岸带环境保护和治理的前提与基础,而且对维持海岸带系统的生态健康、促进海岸带区域的经济社会可持续发展也具有十分重要的理论意义和指导作用。

参考文献

[1] 许学工, 彭慧芳, 徐勤政. 海岸带快速城市化的土地资源冲突与协调. 北京大学学报: 自然科学版, 2006, 42 (4): 527–533.

[2] 国家环境保护总局. 中国保护海洋环境免受陆源污染国家报告, 2006. http://www.sepa.gov.cn/ztbd/hyhj/

[3] 付青, 吴险峰. 我国陆源污染物入海量及污染防治策略. 中央民族大学学报: 自然科学版, 2006,15(3): 213–217.

[4] 郑一, 王学军. 非点源污染研究的进展与展望. 水科学进展, 2002, 13 (1): 105–110.

[5] 程声通. 环境系统分析教程. 北京: 化学工业出版社, 2006.

[6] National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Agriculture. EPA 841 –B –03 –004, July 2003. US EPA. http://www.epa.gov/owow/nps/agmm/index.html

[7] National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Urban Areas. EPA –841 –B –05 –004, November 2005. US EPA. http://www.epa.gov/owow/nps/urbanmm/index.html

[8] Duda A M. Addressing non point source of water pollution must become an international priority. Water Science and Technology, 1993, 3 (5): 1–1l.

[9] Novotny V. Linking Pollution to water Body Integrity: Literature Review. Tech. Rep. #1, Center for Urban Environmental Studies, Northeastern University, Boston, MA, 2004. www.coe.neu.edu/environment

[10] 周怀东, 彭文启. 水污染与水环境修复. 北京: 化学工业

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

出版社, 2005.
[11] 郝芳华, 程红光, 杨胜天. 非点源污染模型—理论方法与应用. 北京: 中国环境科学出版社, 2006.
[12] 贺缠生, 傅伯杰, 陈利顶. 非点源污染的管理及控制. 环境科学, 1998. 19: 87–91, 96.
[13] Changnon S A, Demissie M. Detection of climate changes in stream flow and floods resulting from fluctuations and land Use drainage changes. Climatic Change, 1996, 32: 411–421.
[14] Bhaduri B, Harbor J, Engel B A, et al. Assessing Watershed–Scale: Long–Term Hydrologic Impacts of Land–Use Change Using a GIS–NPS model. Environmental Management, 2000, 26 (6): 643–658.
[15] Wu K, Xu Y J. Evaluation of the Applicability of the SWAT Model for Coastal Watersheds in Southeastern Louisiana. Journal of the American Water Resources Association, 2006, 42 (5): 1247–1260.
[16] Novotny V. Water Quality: Diffuse Pollution and Watershed Management, John Wiley and Sons, Hoboken, NJ, 2003.
[17] 程红光, 郝芳华, 任希岩, 等. 不同降雨条件下非点源污染氮负荷入河系数研究. 环境科学学报, 2006, 26 (3): 392–397.
[18] 程红光, 岳勇, 杨胜天, 等. 黄河流域非点源污染负荷估算与分析. 环境科学学报, 2006, 26 (3): 384–391.
[19] 刘瑞民, 杨志峰, 丁晓雯, 等. 土地利用/覆盖变化对长江上游非点源污染影响研究. 环境科学, 2006, 27 (12): 2407–2414.
[20] 王鹏, 高超, 姚琪, 等. 环太湖典型丘陵区不同土地利用下土壤磷素随地表径流迁移特征. 农业环境科学学报, 2007, 26 (3): 826–830.
[21] 沈涛, 刘良云, 马金峰, 等. 基于 L–THIA 模型的密云水库地区非点源污染空间分布特征. 农业工程学报, 2007, 23 (5): 62–68.
[22] 王雪蕾, 杨胜天, 智泓, 等. 官厅水库库滨带非点源污染控制效应的遥感分析. 环境科学学报, 2007, 27 (2): 304–312.
[23] 郭青海, 马克明, 杨柳. 城市非点源污染的主要来源及分类控制对策. 环境科学, 2006, 27 (11): 2170–2175.
[24] 史贵涛, 陈振楼, 李海雯, 等. 上海城市水环境非点源污染及其控制对策. 人民长江, 2007, 38 (1): 84–85, 97.
[25] Chowdary V M, Rao N H, et al. Decision support framework for assessment of non –point –source pollution of groundwater in large irrigation projects. Agricultural Water Management, 2005, 75: 194–225.
[26] 金树权, 吕军. 水环境非点源污染模型的研究进展和展望. 土壤通报, 2006, 37 (5): 1022–1026.
[27] Liu G D, Wu W L, et al. Regional differentiation of non–point source pollution of agriculture–derived nitrate nitrogen in groundwater in northern China. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2005, 107: 211–220.
[28] Almasri M N, and Kaluarachchi J J. Modeling nitrate contamination of groundwater in agricultural watersheds. Journal of Hydrology, 2007, 343: 211–229.
[29] Jia Y, Niu C, et al. Integrated modeling and assessment of water resources and water environment in the Yellow River Basin. Journal of Hydro–environment Research, 2007, 1: 12–19.
[30] Ning S K, Chang N B, et al. Soil erosion and non–point source pollution impacts assessment with the aid of multi–temporal remote sensing images. Journal of Environmental Management, 2006, 79: 88–101.
[31] Shrestha S, Kazama F, et al. A framework for estimating pollutant export coefficients from long–term in–stream water quality monitoring data. Environmental Modelling & Software, 2008, 23: 182–194.
[32] Qian S S, Reckhow K H, Zhai J, et al. Nonlinear regression modeling of nutrient loads in streams: A Bayesian approach. Water Resources Research, 2005, 41 (7): W07012 页码范围.
[33] Qian S S, King R, Richardson C J. Two Statistical Methods for the Detection of Environmental Thresholds Ecological Modeling, 2003, 166: 87–97.
[34] Mitchell G. Mapping hazard from urban non–point pollution: a screening model to support sustainable urban drainage planning. Journal of Environmental Management, 2005, 74: 1–9.
[35] Maillard P, Pinheiro Santos N A. A spatial–statistical approach for modeling the effect of non–point source pollution on different water quality parameters in the Velhas river watershed. Brazil. Journal of Environmental Management, 2008, 86: 158–170.
[36] Allan D, Johengen T, Rutherford E. 2002. Nutrient Loading and its Relevance to the Great Lakes Basin, White Paper prepared for Office of the Vice President for Research, University of Michigan, Ann Arbor, MI.
[37] Jordan T E, Correll D L, Weller D E. Nonpoint source discharges of nutrients from piedmont watersheds of Chesapeake Bay//Amer J. Water Resourc. Assoc, 1997, 33: 631–643.
[38] Alexander R B, Smith R A, et al. Differences in Phosphorus and Nitrogen Delivery to the Gulf of Mexico from the Mississippi River Basin. Environ. Sci. Technol., 2008, 42: 822–830.
[39] Alexander R B, Smith R A, Schwarz G E. Effect of stream channel size on the delivery of nitrogen to the Gulf of Mexico. Nature, 2000, 403: 758–761.
[40] Bean R, Berthelot G, Brantley C, et al. The use of wetlands in the Mississippi Delta for wastewater assimilation: a review. Ocean & Coastal Management, Elsevier Science Ltd., 2004, 47(11–12): 671–691.
[41] Whitall D, Bricker S, Ferreira J, et al. Assessment of Eutrophication in Estuaries: Pressure – State – Response and Nitrogen Source Apportionment. Environ Manage, 2007, 40: 678–690.
[42] The changing faces of Europe´s coastal areas. EEA Report,

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

No. 6/2006. http://reports.eea.europa.eu/
[43] Keeney D R. Reducing nonpoint nitrogen to acceptable levels with emphasis on the Upper Mississippi River Basin. Estuaries, Estuarine Res. Federation, 2002, 25 (4B): 862–868.
[44] 刘国华, 傅伯杰, 杨平. 海河水环境质量及污染物入海通量. 环境科学, 2001, 22 (4): 46–50.
[45] 刘征涛, 姜福欣, 王婉华, 等. 长江河口区域有机污染物的特征分析. 环境科学研究, 2006, 19 (2): 1–5.
[46] 王婉华, 刘征涛, 姜福欣, 等. 长江河口水体有机污染物现状分析. 生态与农村环境学报, 2007, 23 (1): 92–95.
[47] 王修林, 李克强, 石晓勇. 胶州湾主要化学污染物海洋环境容量. 北京: 科学出版社, 2006.
[48] 陈克亮, 朱晓东, 王金坑, 等. 厦门市海岸带水污染负荷估算及预测. 应用生态学报, 2007,18(9): 2091–2096.
[49] 袁宇, 朱京海, 侯永顺, 等. 污染物入海通量非点源贡献率的分析方法. 环境科学研究, 2008, 21(5): 169–172.
[50] 袁宇, 朱京海, 侯永顺, 等. 以大辽河为例分析中小河流入海通量的估算方法. 环境科学研究, 2008, 21(5): 163–168.
[51] 欧维新, 高建华, 杨桂山. 苏北盐城海岸带陆源氮磷污染负荷估算初探. 生态环境, 2006, 15(3): 495–498.
[52] 刘星才, 许有鹏, 李嘉俊. 东南沿海中小流域非点源污染估算研究与分析. 水土保持通报, 2007, 27(5): 41–44.

Progress of Studies on Coastal Land–based Non–point Source Pollution

HOU Xiyong[1], ZHANG Anding[2], WANG Chuanyuan[1], WANG Qiuxian[2], YING Lanlan[1]
(1. Yantai Institute of Coastal Zone Research, CAS, Yantai 264003, China;
2. School of Geography and Planning, Ludong University, Yantai 264025, China)

Abstract: Coastal zone is a very special area in the world, which has very high density of population and human activities, and it is highly sensitive to environmental variations including climate change and human impacts. In China, mainly during the past decades, the pollution of land–based sources became more and more serious in the coastal waters mainly due to the rapid progress of industrialization and urbanization in China´s East Coastal Regions, which has greatly endangered the local environment and ecosystem security and has greatly blocked the social–economic sustainable development. Non–point source (NPS) pollution plays a very important role in the pollution of land–based sources in coastal zone, and moreover, in many coastal estuaries and gulfs, it has become a dominant factor that resulting in water pollution. Therefore, it is significant to strengthen the studies with emphasis on pollution of land–based sources in coastal zone. In this paper, status and breakthroughs of NPS pollution studies at home and abroad have been reviewed at the first, and the academic gaps between China and the world in this study area has been analyzed. And then, status of the land–based NPS studies in coastal zone has been reviewed in detail, and the insufficiencies of this study area have been summarized. Finally, major questions and key subjects that need furthermore studies in the future have been put forward which are as follows, 1) studies on component and amount of land–based NPS pollutants based on monitoring, 2) key interface and main process of NPS pollutants migration in coastal zone, 3) models suitable for land–based NPS simulation in coastal zone, 4) impacts of land–based NPS on coastal ecosystems and human health, 5) dynamic evaluation of the environmental capacity in coastal zone, 6) environmental impacts of land use and land cover change on coastal waters, 7) methods of TMDL calculation and BMPs that suitable for coastal zone in China.

Key words: coastal zone; non–point source pollution (NPS); progress

本文引用格式:
侯西勇,张安定,王传远,等. 海岸带陆源非点源污染研究进展. 地理科学进展, 2010,29(1):73–78.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net