

河湖滨岸缓冲带净污机理及适宜宽度研究进展

钱进^{1,2}, 王超^{1,2}, 王沛芳^{1,2}, 侯俊^{1,2}

(1. 河海大学浅水湖泊综合治理与资源开发教育部重点实验室, 江苏 南京 210098; 2. 河海大学环境科学与工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要: 在分析河湖滨岸缓冲带结构特征和定义的基础上, 从3个方面阐述河湖滨岸缓冲带净化农业非点源污染物的机理: (1)降低地表径流速度, 过滤和拦截颗粒态污染物; (2)植物吸收、土壤吸附溶解态的污染物; (3)促进氮的反硝化作用。论述了河湖滨岸缓冲带适宜宽度的研究进展, 认为在我国仅仅从环境的角度对适宜宽度进行研究还远远不够, 需要从环境、经济和社会等角度对河湖滨岸缓冲带的适宜宽度进行综合研究。探讨了河湖滨岸植被缓冲带净污机理需要进一步研究的突出问题。

关键词: 滨岸缓冲带; 农业非点源污染; 净污机理; 氮; 磷; 适宜宽度

中图分类号: TV122; G853.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-6791(2009)01-0139-06

保护河湖水体水质的关键是控制污染物质进入河湖水体。找出污染物质进入河湖水体的输运途径并加以控制是治理非点源污染的重要内容。农业非点源污染除了因为农业生产的无序发展、缺少排污管网等基础设施等因素外, 一个重要的原因是河湖滨岸生态系统缺乏管理, 在河湖水体与农业生产区之间缺失良好的滨岸缓冲带^[1]。许多研究和实践表明, 河湖滨岸缓冲带在防治农业面源污染、保持水土、保护和改善河湖生境方面有着极其重要的作用。

1 河湖滨岸缓冲带的内涵

缓冲带(buffer strip), 全称保护缓冲带(conservation buffer strip), 是指利用永久性植被拦截污染物或有害物质的条状、受保护的土壤^[2], 是由美国农业部国家自然资源保护局向美国公众推荐的土地利用保护方式。根据已经建成的缓冲带的分布位置与主要作用, 缓冲带可分为: 滨岸缓冲带(riparian buffer strip); 草地化径流带(grassed waterway); 等高缓冲带(contour buffer strip); 防风或遮护缓冲带(windbreak/shelter belt); 混合耕种(alley cropping); 高速公路、铁路、城市等周围的灌木篱笆、草本风障、河岸保护和植被屏障、浅水区域等^[3]。河湖滨岸缓冲带指建立在河湖、溪流和沟谷沿岸的各类植被带, 包括林带、草地或其它土地利用类型, 因此河湖滨岸缓冲带又可称为滨岸植被缓冲带(riparian vegetated buffer strip)。

1.1 河湖滨岸缓冲带结构特征

河湖滨岸缓冲带具有四维结构特征。对河岸缓冲带而言, 有纵向(上游-下游)、横向(河床-泛滥平原)、垂向(河川径流-地下水)和时间变化(河岸形态变化及河岸生物群落演替)4个方向的结构^[4]。同样, 对湖岸缓冲带来说, 有纵向(环湖带状)、横向(湖床-泛滥平原)、垂向(地表水-地下水)和时间变化(如湖岸形态变化及湖岸生物群落演替)4个方向的结构。

从横向上来说, 河湖滨岸缓冲带可划分为近岸水域、水滨区域以及近岸陆域3个主要部分(如图1所示)^[5]。

(1) 近岸水域: 浅水区、深水区; 浅水区是指由水边向下延伸到大型植物生长的下限, 水深一般不超过6~8 m。

(2) 水滨区域: 潮间区、湿地、浅滩地、沼泽地。

收稿日期: 2008-02-25

基金项目: 教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET-07-0254); 国家重点基础研究发展计划(973)资助项目(2008CB418203); 国家自然科学基金资助项目(50830304)

作者简介: 钱进(1974-), 男, 江苏海安人, 助理研究员, 主要从事水污染控制研究。E-mail: hhuqj@hhu.edu.cn

(3) 近岸陆域: 斜坡、岸上缓冲区。

从结构分析可知, 河湖滨岸缓冲带具有如下特征: 在位置上临近地表水体; 在范围上没有明确的边界; 在形态上表现为线型; 在生态功能上属于水陆生态系统的过渡带^[6]。

1.2 河湖滨岸缓冲带的定义

众多学者从不同的角度对河湖滨岸缓冲带进行了定义。Belt^[7]从功能出发, 认为河溪缓冲带为河岸带中与河溪或湖泊保持最紧密联系, 起到保护水质、鱼类栖息地以及其他资源的区域。Muscutt 等^[8]从位置形状特征出发, 认为滨岸缓冲带是设立在潜在污染源区与接纳水体之间由林、草或湿地覆盖的区域, 通常为带状。Nilsson 等^[9]从其影响范围出发, 认为河岸带是指高低水位之间的河床及高水位之上直至河水影响完全消失为止的地带。潘响亮等^[10]认为河岸缓冲区是指与河流(有时包括湿地和湖泊)相邻的、对污染物、沉积物和洪水具有一定缓冲功能的水陆交错带生态系统, 它的植被群落和动物群落组成与高地有明显差别; 在某种意义上, 河岸缓冲区等同于河流生态廊道。邓红兵等^[11]认为河岸植被缓冲带指河湖岸两边向岸坡爬升的由树木(乔木)及其它植被组成的, 防止或转移由坡地地表径流、废水排放、地下径流和深层地下水流所带来的养分、沉积物、有机质、杀虫剂及其它污染物进入河湖系统的缓冲区域。由此可见, 虽然目前国内外学者对河湖滨岸缓冲带的总体认识一致, 但对河湖滨岸缓冲带的定义却多种多样。

河湖滨岸缓冲带横向结构上 3 个不同区域的土壤特性(如孔隙率、含水率等)、生长植物种类、优势微生物种群不同, 从而不同区域的主要净污机理也就有所不同。因此从河湖滨岸缓冲带的横向结构特征出发, 可将河湖滨岸缓冲带分为广义的河湖滨岸缓冲带和狭义的河湖滨岸缓冲带。广义的河湖滨岸缓冲带在横向上包含近岸水域、水滨区域以及近岸陆域 3 部分, 而狭义的河湖滨岸缓冲带在横向上只包含近岸陆域, 或水滨区域或近岸水域。

2 河湖滨岸缓冲带净污机理研究

河湖滨岸缓冲带防治非点源污染(主要指 N、P)是通过一定宽度的水-土壤(沉积物)-植物系统的过滤、渗透、吸收、滞留、沉积等物理、化学和生物功能效应, 控制、减少非点源污染物, 达到降解环境污染、净化水质、保护河湖水体的目的。地表径流中的 N、P, 主要通过物理过程的沉积和渗滤实现截留; 渗透到土壤中的 N、P, 则通过一系列过程, 如植物的吸收、土壤吸附, 反硝化作用及微生物吸收等实现截留转化。河湖滨岸缓冲带净化污染物主要机理可以概括为以下 3 个主要方面:

降低地表径流速度并对其中的颗粒态污染物起过滤和拦截作用; 植物吸收、土壤吸附溶解态的污染物; 促进氮的反硝化作用。河湖滨岸缓冲带的净污效果取决于污染源特性、土壤类型、植被组成及生长状态、缓冲带宽度与坡度、季节以及水文条件等。

2.1 降低地表径流速度并对其中的颗粒态污染物起过滤拦截作用

人类的农业活动削减了地表的水土保持能力, 在雨期含有 N、P 的固体颗粒以及可溶性 N、P 随径流经过河湖滨岸缓冲带进入河湖水体。在这一过程中, 缓冲带的植被增加了径流的阻力、降低了水流速度, 致使大多数固体颗粒发生淀积。同时, 河湖滨岸缓冲带内深厚的枯落层和疏松的土壤结构有利于可溶性 N、P 随水渗透到更深层的土壤中, 从而降低了地表径流对可溶性 N、P 的转运能力。据美国农业林业部(USDA) 1991 年调查, 缓冲带植被的过滤功能可以显著减少径流中 P 的含量, 因为 85% 的 P 是随着包含在沉积物中的细小土壤颗粒迁移的^[12]。Smith^[13]在新西兰的研究中发现, 10~13 m 宽的河边牧场截获地表径流中的悬浮沉淀物和颗粒状养分达 80% 以上, 同时溶解态 N 的去除也达到了 67%。Lim 等^[14]发现含粪肥的径流通过 6 m 长的植物过滤带后, 75% 的氮、磷、悬移质被吸附, 完全过滤掉水中的大肠杆菌, 水中 pH 基本恢复中性。

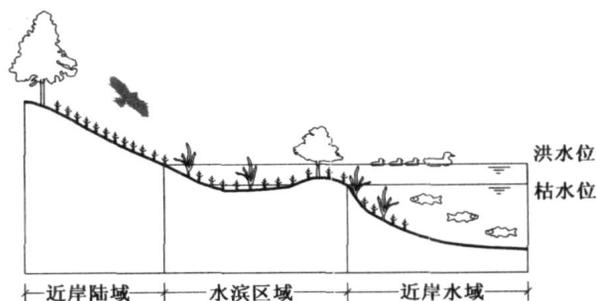


图1 滨岸缓冲带横向结构示意图

Fig. 1 Horizontal structure of riparian buffer strip

河湖滨岸缓冲带不同植被、不同宽度对径流中颗粒物的拦截效果不同。有研究表明,浓密的、坚硬的草比其它植被拦截地表径流的能力要强、复合植被比单一植被拦截地表径流的能力要强、同种滨岸缓冲带拦截作用随宽度增加而增加。Dillaha等^[15]研究发现,具有较浅的均匀流在通过4.6 m和9.1 m的过滤带时,平均分别截留74%和84%的输入泥沙,54%和73%的输入氮,61%和79%的输入磷。Lee等^[16]通过试验研究发现,在天然降雨条件下,缓冲带末端产生的地表径流中,7.1 m宽的草带拦截了92%以上的泥沙,16.3 m宽的复合带拦截了97%以上的泥沙。设置7.1 m宽的柳枝稷缓冲带拦截了径流中95%的泥沙、80%的总氮、62%的硝基氮、78%的总磷和58%的 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$;设置16.3 m宽的柳枝稷/林木复合缓冲带拦截了径流中97%的泥沙、94%的总氮、85%的硝基氮、91%的总磷和80%的 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 。

磷吸附在沉积物和有机质中随地表径流而迁移,因此,拦截和过滤作用是河湖滨岸缓冲带去除磷,尤其是颗粒态磷的重要机理。多项研究表明,河湖滨岸缓冲带可溶性磷的去除率比总磷的去除率低,Daniels发现河岸缓冲带一定的宽度内,总磷的去除率为50%,而可溶性磷的去除率仅为20%^[10]。但也有例外的,Young等报道21 m宽的河岸缓冲带去除可溶性磷和总磷的效果并没多大差别,分别为67%和69%^[10]。另外,也有研究发现,河湖滨岸缓冲带能够显著降低地表径流中总磷和颗粒态磷的含量,却增加了可溶性磷的含量^[17]。

2.2 植物吸收和土壤吸附溶解态的污染物

植物吸收、土壤吸附是河湖滨岸缓冲带N、P转化截留的主要机理之一。

对N而言,植物吸收被认为是河湖滨岸缓冲带截留转化 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 的重要机制。当携带着溶解性N的水经过植物根区时,植物的根系从深层的地下水中吸收 $\text{NO}_3^- \text{-N}$,转运到植物体内形成有机氮的形式在植物体中长期积累。众多研究结果显示,河湖滨岸缓冲带对氮具有显著的消减效果,对总氮去除率在41%~95%之间,对硝基氮的去除率最高达到99%,对凯氏氮的最高去除率达74%,可以有效防止氮的流失,减少水体富营养化的机会。Peterjohn等^[18]调查发现,氮在滨岸缓冲带的截留率为89%,而在农田的截留率仅为8%。Copper等^[19]用缓冲带处理沿海平原流域中氮时,其结论是在排水良好的高地流域,硝态氮的损失量平均超过35 kg/(hm² a);经过缓冲带过滤后,仅有5 kg/(hm² a)的硝态氮和85 kg/(hm² a)的全氮进入河流。当缓冲带宽度为16 m时,对硝态氮的吸收效果较好。

对P而言,可溶性磷随径流入渗土壤,通过土壤吸附、植物吸收、微生物的吸收而被净化。Lowrance等在1979-1980年在距Tifton Georgia不远的小河流域测定了1571.34 km²流域的河岸带生态系统的N和P的输入输出量,发现流出P的1/2被植物滞留^[20]。但河湖滨岸缓冲带只能通过土壤吸附、植物吸收和与重金属沉淀等机理把磷储存在缓冲区,而并不能如去除氮一样将其转化为气态释放到大气中,因此缓冲区处理运行一段时间后,去除磷的效率会下降,时间长了,缓冲区可能会被磷饱和,随后缓冲区逐渐将磷释放到河流中去^[10]。从长远看,要想避免磷进入水体,需要对植物进行定期的收割^[21]。

2.3 促进氮的反硝化作用

反硝化作用是河湖滨岸缓冲带N素截留转化的主要机理。反硝化作用发生在厌氧条件下,选择性厌氧菌,用硝态氮和相关的含氮化合物代替氧气,作为终端电子受体进行呼吸作用。反硝化作用的影响因素是O、C、N物质^[22]。河湖滨岸缓冲带是典型的高生产力生态系统,含有大量不稳定的有机物质,其土壤中的分解作用消耗了大量的可利用态氧,且缓冲带处于溪流的边缘,经常处于水饱和状态,形成氧缺乏的环境。河湖滨岸缓冲带中的浅层地下水接近土壤表层,土壤表层含有大量的可利用的C源,支持反硝化的进行。同时,邻近高地的不断输入和植物凋落物的分解也为反硝化作用的进行提供了充足的无机态N。河湖滨岸缓冲带这些天然的条件促进了反硝化作用的进行。由于反硝化作用是通过微生物将硝态氮转化为气态N,从系统中永久清除,因此被认为是最佳的 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 去除途径。

土壤越接近饱和,反硝化作用发生的越多。Mariet^[23]等通过试验发现,当地表水流经滨岸缓冲带后,地表水中硝态氮含量降低了95%,在森林缓冲区上层土壤(0~30 cm)测定反硝化速率是9~200 kg N/(hm² a),而草地缓冲区中反硝化速率是1.2~32 kg N/(hm² a),其原因主要是森林缓冲区的土壤内具有更高的硝态氮含量和

水滞留时间。另外,季节是影响反硝化作用的重要因素。在春天植物生长的季节,N的去除主要是靠植物吸收^[24];在冬天植物休眠的季节,N去除主要靠反硝化作用^[25,26]。Pinay等^[27]研究证实夏秋两季,反硝化作用和植物吸收能共同移去地表水中的硝态氮,而在冬季和春季,地表水中硝态氮主要是通过反硝化作用去除掉。

3 河湖滨岸缓冲带适宜宽度研究

河湖滨岸缓冲带功能的发挥与其宽度有着极为密切的关系,河湖滨岸缓冲带治理污染物的效应与缓冲带的宽度成正相关,宽度适宜与否直接影响有效性的发挥。合理地确定带宽是有效控制非点源污染所必需的。

众多学者针对具体区域对不同宽度的河湖滨岸缓冲带截留N、P的效果进行大量的野外试验研究^[13,15,16,20]。这些试验研究通过缓冲带宽度变化引起的不同净污效果的对比,探求滨岸缓冲带的适宜宽度。但由于这些试验研究所选择的滨岸缓冲带的区域地理位置、土壤特性、植物种类、坡度以及河岸带过程与生境的侧向影响范围等等因素的不同,因此所得出的缓冲带适宜宽度彼此之间并没有可比性。如文献^[28]推荐的河湖滨岸缓冲带的宽度在5~50m之间,有着很大的变化幅度,其研究结果只能对类似滨岸缓冲带适宜宽度的确定提供借鉴作用。

另外,很多学者从室内室外试验研究入手,通过对比分析以及数值模拟等多种分析方法对缓冲带适宜宽度进行理论研究。Xiang对比分析了试验缓冲带与拟研究缓冲带截留径流污染物的能力,结合人工粗糙度系数、土地坡度、土壤储水能力、饱和水电导率等因素,确定了变化缓冲区的评价模型,并且利用地理信息系统计算了河湖滨岸缓冲带的范围^[29]。Sparovek等在分析巴西西南部河岸带森林有效性的基础上,通过对水质变化、土壤侵蚀模数等的模拟分析,确定了研究区域适宜的河湖滨岸缓冲带森林宽度^[29]。李怀恩等^[30]在研究国外河湖植被过滤带设计方面有关研究和应用的基础上,对3种典型的过滤带带宽的计算方法进行比较研究。还有一种观点^[11]是通过立地潜在树高来确定河岸带宽度,它建立在河岸带植被、溪流过程和微气候相互作用的基础上,这种方法直接和生态功能相联系,并可适用于不同植被类型和地理位置。总之,这些研究从研究方法、研究手段上推动了河湖滨岸缓冲带适宜宽度理论研究的发展。

事实上,建设一个“健康”的河湖滨岸缓冲带,不但要考虑一定宽度的缓冲带本身的净污效果,还要考虑接纳水体的水质保护要求。接纳水体水质保护要求不同,所要求的河湖滨岸缓冲带的宽度也相应不同。只有把河湖滨岸缓冲带以及接纳水体作为一个整体来考虑,才能科学界定“适宜宽度”的概念并合理确定“适宜宽度”。另外,由于我国土地面积有限,河湖滨岸缓冲带适宜宽度的确定不能仅仅考虑环境净污效果的因素,同时还需要考虑经济、社会等其它方面的因素。只有从环境、经济和社会等角度对河湖滨岸缓冲带的适宜宽度进行深入的综合研究,才能充分发挥河湖滨岸缓冲带的环境、经济和社会的综合功能。

4 研究展望

河湖滨岸缓冲带横向上近岸陆域、水滨区域、近岸水域3个不同区域对非点源污染的净化机理不尽相同,因此需要系统研究3个区域去除非点源污染物的机理及相互间的过渡与影响,保证整个滨岸缓冲带对非点源污染的系统去除。

对于河湖滨岸缓冲带的近岸陆域部分,其净化污染物机理应重点加强3方面的研究: 研究河湖滨岸缓冲带坡地底质类型和特征对氮磷净化的影响,分析不同降雨时段、不同底质和有无植被情况下污染物随水分在坡地运移的时空变化特征; 研究河湖滨岸缓冲带不同植被种类、不同覆盖度等对氮、磷元素的截留效果,分析植被对非点源污染物的净化规律; 研究影响河湖滨岸缓冲带净污效果的不同要素之间的相互作用机制。

参考文献:

- [1] 陈小华, 李小平. 农业流域的河流生态护坡技术研究[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(增刊): 140 - 145. (CHEN Xiao-hua, LI Xiao-ping. Ecological protection techniques of riverbank in agricultural catchment[J]. Journal of Agro-Environment Science, 2006, 25(supplement): 140 - 145. (in Chinese))
- [2] Natural Resources Conservation Service. Buffer strips: Common sense conservation[R]. Washington D C USDA, 1998.
- [3] 秦明周. 美国土地利用的生物环境保护工程措施——缓冲带[J]. 水土保持学报, 2001, 15(1): 119 - 121. (QIN Ming-zhou. Biological environment measures of united states land uses: buffer strips[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2001, 15(1): 119 - 121. (in Chinese))
- [4] GURNELL A M, EDWARDSB P J, PETTSA G E, et al. A conceptual model for alpine proglacial river channel evolution under changing climatic conditions[J]. Elsevier Science, 2000, 38(3): 223 - 242.
- [5] 夏继红, 严忠民. 生态河岸带的概念及功能[J]. 水利水电技术, 2006, 37(5): 14 - 17, 24. (XIA Ji-hong, YAN Zhong-min. Concept and function of ecological riparian zone[J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2006, 37(5): 14 - 17, 24. (in Chinese))
- [6] 杨胜天, 王雪蕾, 刘昌明, 等. 岸边带生态系统研究进展[J]. 环境科学学报, 2007, 27(6): 894 - 905. (YANG Sheng-tian, WANG Xue-lei, LIU Chang-ming, et al. Recent advances in the study of riparian ecosystems[J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2007, 27(6): 894 - 905. (in Chinese))
- [7] 赵玉涛, 余新晓, 程根伟, 等. 粗木质残体(CWD)的水文生态功能——当前森林水文研究中被忽视的重要环节[J]. 山地学报, 2002, 20(1): 12 - 18. (ZHAO Yu-tao, YU Xin-xiao, CHENG Gen-wei, et al. A slighting tache in field of forest hydrology research: hydrological effects of coarse woody debris(CWD)[J]. Journal of Mountain Research, 2002, 20(1): 12 - 18. (in Chinese))
- [8] MUSCUTT A D, HARRIS GL, BAILEY S W, et al. Buffer zones to improve water quality: A review of their potential use in UK agriculture[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 1993, 45(1): 59 - 77.
- [9] NILSSON C, BERGGREA K. Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation[J]. Bioscience, 2000, 50(9): 783 - 792.
- [10] 潘响亮, 邓伟. 农业流域河岸缓冲带研究综述[J]. 农业环境科学学报, 2003, 22(2): 244 - 247. (PAN Xiang-liang, DENG Wei. Advances in riparian buffers in agricultural catchments[J]. Journal of Agro-Environment Science, 2003, 22(2): 244 - 247. (in Chinese))
- [11] 邓红兵, 王青春, 王庆礼. 河岸植被缓冲带与河岸带管理[J]. 应用生态学报, 2001, 12(6): 951 - 954. (DENG Hong-bing, WANG Qing-chun, WANG Qing-li. On riparian forest buffers and riparian management[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2001, 12(6): 951 - 954. (in Chinese))
- [12] NARUMALANI S, ZHOU Y C, JENSEN J R. Application of remote sensing and geographic information systems to the delineation and analysis of riparian buffer zones[J]. Aquatic Botany, 1997, 58(3): 393 - 409.
- [13] EGBALL B, GILLEY J E, KRAMER L A, et al. Narrow grass hedge effects on phosphorus and nitrogen in runoff following manure and fertilizer application[J]. Journal of soil and water conservation, 2000, 55(2): 172 - 176.
- [14] LIM T T, EDWARDS D R, WORKMAN S R, et al. Vegetated filter strip removal of cattle manure constituents in runoff[J]. Transactions of the ASAE, 1998, 41(5): 1375 - 1381.
- [15] DILLAHA T A, RENEAU R B, MOSTAGHIMI S, et al. Vegetative filter strips for agricultural nonpoint source pollution control[J]. Transactions of the ASAE, 1989, 32(2): 513 - 519.
- [16] LEE K H, ISENHART T M, SCHULTZ R C. Sediment and nutrient removal in an established multi-species riparian buffer[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2003, 58(1): 1 - 8.
- [17] WHITE J S, BAILEY S E, CURTIS P J. Sediment storage of phosphorus in a northern prairie wetlands receiving municipal and agro-industrial wastewater[J]. Ecological Engineering, 2000, 14(1): 127 - 138.
- [18] PETERJOHN W T, CORRELL D L. Nutrient dynamics in an agricultural watershed: Observations on the role of a riparian forest[J]. Ecology, 1984, 65(5): 1466 - 1475.
- [19] COPPER A B. Nitrate depletion in the riparian zone and stream channel of a small headwater catchment[J]. Hydrobiologia, 1990, 202(1): 13 - 26.
- [20] LOWRANCE R, LEONARD R, SHERIDAN J. Managing riparian ecosystems to control nonpoint pollution[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1985, 40(1): 87 - 91.

- [21] 罗晓娟, 余勇利. 植被缓冲带结构与功能对水质的影响[J]. 水土保持应用技术, 2006(4): 1 - 3. (LUO Xiao-juan, YU Yong-li. Effect of structure and function of vegetative buffer strips for water quality[J]. Technology of Soil and Water Conservation, 2006(4): 1 - 3. (in Chinese))
- [22] GROFFMAN P M, AXELROD E A. Denitrification in grass and forest vegetated filter strips[J]. Journal of Environmental Quality, 1991, 20(3): 671 - 674.
- [23] HEFTING M M, JEROEN J M. Nitrogen removal in buffer strips along a lowland stream in the Netherlands: A pilot study[J]. Environmental Pollution, 1998, 102(1): 521 - 526.
- [24] LOWRANCE R. Groundwater nitrate and denitrification in a coastal plain riparian forest[J]. Journal of Environmental Quality, 1992, 21(3): 401 - 405.
- [25] FENNESSY M S, CRONK J K. The effectiveness and restoration potential of riparian emotions for the management of nonpoint source pollution, particularly nitrate[J]. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 1997, 27(4): 285 - 317.
- [26] GROFFMAN P M, GOLD A J, SIMMONS R C. Nitrate dynamics in riparian forest: Microbial studies[J]. Journal of Environmental Quality, 1992, 21(4): 666 - 671.
- [27] PINAY G, ROQUES L, PABRE A. Spatial and temporal denitrification in a riparian forest[J]. Journal of Applied Ecology, 1993, 30(1): 581 - 591.
- [28] LOWRANCE R, MCLNTYRE S, LANCE C. Erosion and deposition in a field/forest system estimated using cesium 137 activity[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1988, 43(2): 195 - 199.
- [29] 岳隽, 王仰麟. 国内外河岸带研究的进展与展望[J]. 地理科学进展, 2005, 24(5): 33 - 40. (YUE Jun, WANG Yang-lin. Progresses and perspectives in the study of riparian zone[J]. Progress in Geography, 2005, 24(5): 33 - 40. (in Chinese))
- [30] 李怀恩, 张亚平, 蔡明, 等. 植被过滤带的定量计算方法[J]. 生态学杂志, 2006, 25(1): 108 - 112. (LI Huai-en, ZHANG Ya-ping, CAI ming, et al. Quantitative calculation methods for vegetative filter strips[J]. Chinese Journal of Ecology, 2006, 25(1): 108 - 112. (in Chinese))

Research progresses in purification mechanism and fitting width of riparian buffer strip^{*}

QIAN Jin^{1,2}, WANG Chao^{1,2}, WANG Pei-fang^{1,2}, HOU Jun^{1,2}

(1. Key Laboratory of Integrated Regulation and Resource Development of Shallow Lakes of MOE, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. College of Environmental Science and Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Based on the analysis of the structure characteristics and definition of the riparian buffer strip, the primary mechanism to control the rural non-point pollution is discussed from the following aspects: (1) reducing the speed of surface runoff, filtrating and barring the particulate contamination; (2) assimilating dissoluble contamination by vegetable and soil; and (3) facilitating denitrification. Research progress in the fitting width of the riparian buffer strip is discussed, and a view is put forward that the study on the fitting width of the riparian buffer strip only from the point of environment is far from enough in China and the integrated study is necessary for the fitting width of the riparian buffer strip from the point of environment, economy, society, etc. In the end, the future progress in purification mechanism of the riparian buffer strip is prospected.

Key words: riparian buffer strip; rural non-point pollution; purification mechanism; nitrogen; phosphorus; fitting width

^{*} The study is financially supported by the National Basic Research Program of China (No. 2008CB418203) and the National Natural Science Foundation of China (No. 50830304).