

生态河岸带研究进展与发展趋势

夏继红, 严忠民

(河海大学水利水电工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要 河岸带是河流生态系统与陆地生态系统进行物质、能量、信息交换的一个重要过渡带, 具有明显的边缘效应。河岸带的现有研究主要集中在河岸带定义、河岸带功能、河岸带管理、河岸带宽度确定以及河岸带保护技术等方面。河岸带生态受到时空、水文、气象等众多因素的影响, 普通的研究方法不能进行较深入的研究, 因此生态河岸带的研究应以现代数学、生态学、水力学等学科理论为依据, 利用现代计算机技术、GIS 技术实现生态河岸的统筹规划、优化设计、监控管理。

关键词 河岸带; 河流; 陆地; 生态系统

中图分类号 :P931.1 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-198X(2004)03-0252-04

河岸带是河流生态系统与陆地生态系统进行物质、能量、信息交换的一个重要过渡带, 成为两者相互作用的重要纽带和桥梁。它受到地表水以及地下水的影响, 是一种生态交错带, 具有明显的边缘效应。河岸带生物群落的组成、结构和分布格局以及生态环境因子与远离河流区域相比有着较大的差异。河岸带生态系统对增加动植物物种种源、提高生物多样性和生态系统生产力、治理水土流失、稳定河岸、调节微气候和美化环境、开展旅游活动均有重要的现实和潜在价值^[1]。

目前, 河岸带生态系统的重要性逐渐为人们所认识, 有关学者已开始研究生态河岸, 并取得了一定的进展。在理论上, 主要集中在生态河岸带的定义、功能、管理及保护技术等宏观性研究。在实践上, 一些河岸带的生态保护、生态治理以及生态修复等工程相继实施, 如: 上海市大富浜、横港河岸带的生态景观改造^[2]。这些实际工程的实施, 不仅在一定程度上改善了生态, 而且也进一步加深了对生态河岸的理解。但是由于人们对河岸带生态的认识较肤浅, 理论研究相对缺乏, 特别是有关定量研究目前几乎没有。本文将在介绍生态河岸带研究现状的基础上, 分析其存在的问题和发展趋势。

1 研究现状

国内外对河岸带研究起步较晚。目前有关河岸带的研究主要集中在河岸带定义、河岸带功能、河岸带管理、河岸带宽度确定以及河岸带保护技术等方面。

1.1 河岸带的定义研究

河岸带的定义首次出现在 20 世纪 70 年代末^[3,4], 认为河岸带是与水流发生作用的陆地植被区域。在此基础上, Lowrance R, Malanson 以及陈吉泉等人概括总结并进一步拓展, 形成了目前为大多数学者所采用的广义和狭义两种定义^[5~8]。广义上是指靠近河边受水流直接影响的植物群落及生长环境, 其植物种群的复杂度以及微气候等与周边区域明显不同; 狭义上是指从水-陆交界处至河水影响消失的地带。这两种定义都具有一定的模糊性, 很难把握其度, 而且这两种定义是从定性的角度进行概括的, 仅注重了其影响区域及河岸植物, 没有考虑河岸带的动物及微生物。另外, 由于河岸带是一个完整的生态系统, 它不仅包括植物还包括动物及微生物, 而且在系统内部以及系统与相邻系统间均发生着能量和物质交换, 所以这两种定义均忽略了其动态性。另外, 河岸带是水陆交界带, 具有水域与陆地双重属性, 所以生态河岸带既要包含单纯的生态内涵, 也要包含水利特性的内涵。

1.2 河岸带功能的研究

目前国内外很多学者对河岸带的功能进行了大量的研究, 最具代表性是 Naiman 及张建春等人将河岸带

功能概括为廊道功能、缓冲带功能和植物护岸功能^[9,10]。这些功能的研究主要是指河岸植物的功能,如缓冲带功能是指植物的截流纳污功能,护岸功能是指植物的根系固土作用。然而河岸带的功能不仅仅局限于此,由于河岸带处于水陆交界区,具有明显的边缘效应和强大的生态保护功能,它与相邻的生态系统相比,在河岸带生态系统中具有很强的生物多样性,所以河岸带生态系统对水文、地貌、生态、社会经济发展都具有较大的影响,它可以为野生动物提供良好的栖息地,同时还可以防止洪涝灾害。

1.3 河岸带管理的研究

在实际生产中,河岸带管理常常被忽视。而陈吉泉、邓红兵等人认为河岸带管理是河流保护和流域生态系统管理极为重要的第一步,加强河岸带生态管理可以保证河岸带自身各种功能的实现,可以有效地保护河流生态系统^[8,11]。可见加强河岸带管理是非常必要的。河岸带管理不能盲目进行,而应该遵循一定的原则。张建春等人就河岸带管理提出了以下几方面的原则^[10]:(a)保护河岸带生物物理特征,提高自然资源的利用价值;(b)保护地表和地下潜水的相互作用,维持河岸带生态系统的完整性;(c)允许河流横向迁移,保证河岸带生物生境的异质性;(d)充分利用自然的河床水流特性,以提高河岸带生物多样性和恢复力;(e)保护河岸带物种种源;(f)提供和扩大河岸带的娱乐旅游服务设施以方便居民和旅游者。这些原则是宏观性的,只能从概念上加以理解,可操作性不强,甚至某些原则根本就无法把握。

1.4 河岸带宽度确定的研究

Swanson 等认为河岸带的范围下至洪水到达的界线,上至河岸带植物林区的顶端^[12]。Paul Bennett 等人认为河岸带的宽度应从河岸岸趾起算,到河岸顶部的一定距离的范围内^[13]。这些大多是一种定性的范围划分,至于河岸带向岸上森林延伸多宽以及在河岸顶部的距离为多大等等都没有给出明确的数据范围,而且这些数据的确定也一直是一个存在争议的问题。由于影响河岸带宽度的因素很多,它主要取决于河流的类型、地质、土壤、水位以及相邻土地的使用情况等,不同的河道其宽度是不同的,小则几米,大到几百米,甚至几千米,所以不能用统一标准来衡量。

1.5 河岸带保护技术研究

以往,国内外河岸带保护技术多采用浆砌或干砌块石、现浇混凝土、预制混凝土块体等结构形式。虽然这些结构形式在保持岸坡的结构稳定性、防止水土流失以及防洪等方面起到了一定的作用,但是它们在不同程度上对景观、环境和生态均产生了不良的影响,造成水体与陆地环境恶化和生态破坏,甚至严重威胁着人们赖以生产、生活的生态环境。这一问题越来越受到人们的重视,国内外工程技术人员已开始研究生态型护岸技术,并已提出了很多种生态型护岸结构形式,但是这些技术只是从保护岸坡结构稳定的角度来研究问题的,并没有考虑其对环境、生态的影响,这并非真正意义上的河道生态护岸。

据历史记载,早在公元前 28 世纪,我国在渠道修整过程中就使用了柳枝、竹子等编织成的篮子装上石块来稳固河岸和渠道。这种最原始最古老的方法,现在越来越受到人们的青睐,国内有不少人在此基础上开始研究生态型护岸技术,并取得了一定的成果。如胡海泓等人在广西漓江治理工程中提出了笼石挡墙、网笼垫块护坡、复合植被护坡等生态型护岸技术^[14];在引滦入唐工程中,陈海波等人提出网格反滤生物组合护坡技术^[15];另外,云南地理所周跃提出了“坡面生物工程”技术^[16]。这些不同的生态型护岸技术综合起来可以归纳为两种:一种是单纯利用植物护岸,一种是植物护岸与工程措施相结合的护岸技术。

在国外,对环境、生态退化问题的认识较早,很早就开始研究传统护岸技术对环境与生态的影响,认为传统的混凝土护岸会引起生态与环境的退化。为了能有效地保护河道岸坡以及生态环境,提出了一些生态型护岸技术,如瑞士、德国等于 20 世纪 80 年代末就已提出了“自然型护岸”技术^[17],日本在 20 世纪 90 年代初提出“多自然型河道治理”技术^[18],并且在生态型护坡结构方面做了实践。目前,在美国以及欧洲一些国家较为常用的技术是“土壤生物工程”(soil-bioengineering)护岸技术^[19]。该项技术是从最原始的柴木枝条防护措施发展而来的,经过多年的研究,现已形成一套完整的理论体系和施工方法,并得到了广泛应用。

不管是国内的植草护岸还是国外的土壤生物技术,这些技术仅仅是从引进植物物种的角度来保护岸坡的稳定的,具有一定的缺陷,主要包括:(a)植物物种的选择和植被的生长发育均受到极大的时空变化限制;由于水流对岸坡坡脚的冲刷,易导致岸坡的崩塌,从而影响岸坡上植物的生长;(b)植物种植方式、种植季节以及种植位置也有一定的限制。植物种植下限受到水位的限制,如果下限设置在水中太低时,一些植物不易成活;(c)施工及维护保养要求较高。

可见,目前有关河岸带生态方面的研究主要集中在定性方面(这些定性的结论可操作性大多较差,很难将其应用到实际生产管理中),而定量方面的研究却很少,几乎没有,这就导致了河岸带生态系统的建设、保护和管理缺乏统一的衡量和评价标准,给生态河岸带的建设、保护和管理带来了一定的困难,从而造成目前河岸带生态系统的建设、保护与管理具有一定的片面性和盲目性。

2 发展趋势

目前,河岸带的相关研究主要是利用数理统计方法来分析问题的,但是从流域的角度来看,河岸带是一个大尺度的问题,使用普通的数据统计方法和手段,在效率、精确度、准确性等方面很难满足要求,所以河岸带生态系统的研究应该利用现代先进的数学、计算机技术,从系统的角度对其进行定量分析研究。

河岸带生态系统是水陆相互作用的地带,具有纵向(上游—下游)、横向(河床—泛滥平原)、垂直方向(河川径流—地下水)和时间变化(如河岸形态变化及河岸生物群落演替)4个方向四维结构特征^[13]。其中前三个特征均与空间位置有关,是属于空间特征。通常,生态河岸工程要考虑的因素很多,在纵向上,工程所涉及的范围都很广,要考虑工程尺度因素;在横向上,要考虑水面、水流条件以及陆上田地等因素;在垂向上,要考虑土质、地形以及地下水等因素;另外,还有水文、气象、地质等因素。对于这些众多因素,普通的人工方法是很难兼顾统筹考虑的,所以生态河岸带的研究应借助于现代计算机技术,以现代数学、生态学、水力学等学科理论为依据,利用GIS技术实现河道生态河岸带的统筹规划、优化设计、监控管理,并对其生态影响进行有效的评估,使河岸带生态系统能与周围环境相互协调、协同发展,保持岸坡生态系统的完整性、安全性、健康性、可持续性和动态平衡,有效地保护河岸带的生态稳定与结构稳定。未来生态河岸带研究主要包括以下几方面的内容:

- a. 以生态学、景观学、水力学等为理论依据,研究生态河岸的概念和内涵。
- b. 利用生态学原理和数理统计方法,分析研究河岸带生态状况,重点研究河岸带的生物多样性及物种间的相互关系,优化物种数量。对植被而言,研究最优植被种植面积和植被布置形式。
- c. 利用现代数学方法,如模糊数学方法,分析研究影响河岸带生态安全、生态稳定、生态健康以及结构稳定的主要指标,分析研究河岸带生态综合评价数学模型,利用该评价模型对河岸带的生态状况进行综合评价,为河岸带生态系统的建设和管理提供可靠的理论依据和评价标准。
- d. 河岸带与水流相互作用的研究,分析河岸带对水流条件、水文状况、地形地貌等的影响以及水流对河岸带结构稳定与生态稳定的影响,为寻求防洪与生态保护间的平衡点提供理论依据。
- e. 作为地表水和地下水之间的媒介,分析研究河岸带在两者之间是如何发挥作用的,这为防止地下水受污染提供理论依据。
- f. 利用3S技术,将各种基础数据、数学模型、评价模型及相关计算方法均集成到GIS中,利用3S技术研究大尺度河岸生态系统的结构稳定与生态稳定状况。

3 结 论

河岸带是既具有水域特性,又具有陆地特性的水陆交界区域。生态河岸带是在保证河岸结构稳定和满足行洪要求的基础上,与周围环境相互协调、协同发展,保证社会、经济可持续发展,维持生物动态平衡的开放性生态系统。未来生态河岸带的研究应从系统的角度,利用现代数学方法、计算机技术(如3S技术)进行定性定量分析,为河岸带的生态建设和保护提供合理有效的评价标准和理论依据,从而有利于维持河岸带物种多样性、减少工程建设对资源的剥夺、维护河岸带生态系统的动态平衡,提高河岸带生态系统的自我调节、自我修复能力、改善人类生活环境。

参考文献:

- [1] 张建春,彭补拙.河岸带研究及其退化生态系统的恢复与重建[J].生态学报,2003,23(1):56—63.
- [2] 王准.上海河道新型护岸绿化种植设计[J].上海交通大学学报(农业科学版),2002,20(1):53—57.
- [3] MEEBAN W R, SWANSON F J, SEDELL J R. Influences of riparian vegetation on aquatic ecosystems with particular references to

- salmonoid fishes and their food supplies[A]. In :JOHNSON R R , JONES D A eds. Importance , Preservation and Management of Floodplain Wetlands and other Riparian Ecosystems[C]. Washington : USDA Forest Service , 1977. 137—145.
- [4] THOMAS J W , MASER C , RODIEK J E. Riparian zones[A]. In :THOMAS J W ed. Wildlife Habitates in Managed Forests : The Blue Mountains of Oregon and Washington[C]. Washington : USDA Forest Service , 1979. 41—47.
- [5] 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.
- [6] GREGORY S V , SWARTSON F J , MCKEE W A , et al. An ecosystem perspective of riparian zones[J]. Bioscience , 1991 , 41 : 540—551.
- [7] MALANSON G P. Riparian landscapes[M]. New York : Cambridge University Press , 1993. 1—10.
- [8] 陈吉泉. 河岸植被特征及其在生态系统和景观中的作用[J]. 应用生态学报 , 1996 , 7 (4) : 439—448.
- [9] NAIMAN R J , DECAMPS H , POLLOCK M. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity[J]. Ecological Applications , 1993 , 3 (2) : 209—212.
- [10] 张建春. 河岸带功能及管理[J]. 水土保持学报 , 2001 , 15 (6) : 143—146.
- [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.
- [12] SWANSON F J , GREGORY S V , SEDELL J R , et al. Land-water interactions : the riparian zone[A]. In : EDMONDS R L. Analysis of Coniferous Forest Ecosystems in the Western United States[C]. Pennsylvania : Hutchinson Ross Publishing , 1982. 267—291.
- [13] BENNETT Paul. Guidelines for assessing and monitoring riverbank health[M]. NSW : Hawkesbury-Nepean Catchment Management Trust , 2000. 3—4.
- [14] 胡海泓. 生态型护岸及其应用前景[J]. 广西水利水电 , 1999 (4) : 57—59.
- [15] 陈海波. 网格反滤生物组合护坡技术在引滦入唐工程中的应用[J]. 中国农村水利水电 , 2001 (8) : 47—48.
- [16] 周跃. 植被与侵蚀控制 坡面生态工程基本原理探索[J]. 应用生态学报 , 2000 , 11 (2) : 297—300.
- [17] 杨芸. 论多自然型河流治理法对河流生态环境的影响[J]. 四川环境 , 1998 , 18 (1) : 19—24.
- [18] 日本土木学会. 滨水景观设计[M]. 孙逸增译. 大连 : 大连理工大学出版社 , 2002. 58—70.
- [19] MARTIN Donat. Bioengineering techniques for streambank restoration—a review of central European practices[M]. Washington : Ministry of Environment , Lands and Parks and Ministry of Forests , 1995. 1—9.

Advances in research of ecological riparian zones and its trend of development

XIA Ji-hong , YAN Zhong-min

(College of Water Conservancy and Hydropower Engineering , Hohai Univ. , Nanjing 210098 , China)

Abstract : Riparian zones are the important transitional regions for exchange of substance , energy , and information between river ecological system and land ecological system , and have obvious marginal effect. The current research of riparian zones mainly concentrates on their definition , functions , management , and width determination and measures for their protection. The ecological environment of riparian zones is always influenced by the time-spatial factor , hydrological factor , meteorological factor , and some other complicated factors , but with the ordinary method , it 's impossible to perform a deep research. Therefore , it is suggested that , with the theoretical basis of modern mathematics , ecology , and hydraulics , the modern computer technology and GIS technology should be adopted for realization of the comprehensive planning , optimal design , and monitoring and management of ecological riparian zones.

Key words : riparian zone ; river ; land ; ecological system