

DOI:10.3876/j.issn.1000-1980.2010.02.019

河岸带的边缘结构特征与边缘效应

夏继红 林俊强 姚 莉 王 丹

(河海大学水利水电学院 江苏 南京 210098)

摘要:河岸带是一个典型的边缘区,根据河岸带纵向空间的镶嵌性、横向空间的过渡性、垂向空间的成层性以及时间分布的动态性等边缘结构特征,提出了河岸带边缘效应的概念。指出河岸带边缘效应是河岸带在结构、状态、行为和功能等方面具有明显的异质性和独特性,这种边缘效具有过渡性、动态变化涨落、易超承载运行等特点,并具体表现为地理边缘效应、生态边缘效应、缓冲边缘效应以及社会边缘效应等。

关键词:河岸带 边缘结构 边缘效应

中图分类号: X171.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1980(2010)02-0215-05

1933 年,野生动物学家 Leopold 在研究森林片段区生物分布特点时,注意到在生态交错带内物种种类和个体数比邻近的系统要多,于是提出了边缘效应概念^[1-2]。1942 年,地理植物学家 Beecher 发现,不同地貌单元生物群落的界面地带,结构往往比较复杂,不同生境的物种在此共生,种群密度大,生产力水平较高,于是他将这种现象称为“边缘效应”^[1-2]。1985 年,王如松和马世骏提出的边缘效应指的是在 2 个或多个不同性质的生态系统或(其他系统)交互作用处,由于某些生态因子(可能是物种、能量、信息、时机或地域)或系统属性的差异和协同作用而引起系统某些组分及行为(如种群密度、生产力、多样性等)不同于系统内部的较大变化^[1-2]。目前这一理论已被推广应用于地理学、区域经济学、城市规划等领域。河岸带作为水陆交界区域,是河流系统与陆地系统、地表水与地下水间相互作用的媒介,与相邻系统之间发生着复杂的相互作用^[3-5]。可见,河岸带是一个典型的边缘区域,同样也有其独特的边缘效应。但是目前对河岸带边缘效应的研究还比较缺乏,这在一定程度上影响了河岸带功能的发挥和建设方式的改进。本文在分析河岸带边缘结构特点的基础上,讨论河岸带边缘效应的概念、特征和主要表现。

1 河岸带的边缘结构特征

河岸带在地理空间结构上是水陆交界区域,既有地表径流与陆地之间的交界区,又有地下水与陆地之间的交界区;在生态系统结构上是水生生态系统与陆生生态系统的生态过渡区或生态交错带,既具有水域生态系统的特点,又具有陆域生态系统的特点。特别是在生物群落的构成上,既有陆生生物,也有水生生物,同时还有兼性生物。河岸带是一个典型的边缘性区域,具有纵向空间的镶嵌性、横向空间的过渡性、垂直空间的成层性与时间分布的动态性等边缘特征^[6]。

a. 纵向空间的镶嵌性。从纵向结构看,河岸带由自然保护区(湿地、人文历史保留区、珍稀生物保护区等)、治理保护区(增殖禁渔区、禁采区、防护林带、缓冲区等区域)、资源开发利用区(港口、景观旅游区、休闲娱乐区、工农商业区、居民区、养殖区、矿产资源开发利用区等)以及特定功能区(科学试验区、蓄洪排涝区、污水处理区、水源区等)等不同的景观斑块组成。各斑块交错连接,相互嵌套,呈连续的带状(廊道)分布,具有明显的镶嵌特征。

b. 横向空间的过渡性。从横向结构看,河岸带可分为近岸水域(大型植物生长的下限)、河滨区域(湿地、浅滩、沼泽)、近岸陆域(叙坡、岸上缓冲区)等 3 个区域。河岸带叠加了陆地和水域两类地域景观的特点,兼有相邻两侧地域单元各自的特征。在陆域向水域走向时,陆域生态特征逐渐减弱,而水域生态特征逐渐增强,具

收稿日期:2009-03-03

基金项目:国家自然科学基金(40871050)

作者简介:夏继红(1970—)男,江苏如皋人,副教授,博士,主要从事生态河岸带与生态河道研究。E-mail: syjhxia@hhu.edu.cn

有显著的过渡性特征。

c. 垂向空间的成层性.从垂向结构看,由于土壤与水分的相互作用,土壤与水流分布存在一定的垂直梯度,这一垂直梯度的存在,使得河岸带在垂向上可以分成不同层区,包括非饱和土壤层、地表水层、饱和土壤层、地下水层上层.在垂向上,河岸带有2个边缘层,上层边缘为土壤层与地表水层的交界边缘,下层边缘为土壤层与地下水层的交界边缘。

d. 时间分布的动态性.随着时间的变化,由于自然或人为的作用,河岸带边缘区的结构形态、生态系统状态、水文条件、主要功能等都处于不断变化过程中,它始终是一种动态变化的过程。

2 河岸带边缘效应的概念与特点

2.1 概念

边缘是普遍存在的.物理学中的边缘是指具有不同物理性质的物质相互接触的部位;生物学中的边缘是指不同大小的“活性”区域与外界进行生命物质交流与隔离的部位;地理学中的边缘是指不同性质地域(类型)单元间形成的边缘带;生态学中的边缘是指不同类型生态系统之间或其与环境之间相互交接的部位,进行频繁生态流交换,产生各种复杂生态效应的“空间域”^[7].因此,从广义上看,不同事物间的“界面”都是边缘带.河岸带作为水域与陆域的交界区,它既是地理学边缘,也是生物学边缘,还是生态学边缘.该区域在陆地与水流相互作用的动力机制驱使下,其内部在地貌形态、动力作用方式、物种配置及生态系统中的物质、能量和信息交换传递的过程、状态以及社会服务功能等众多方面,与相邻的地表水系统、地下水系统以及陆地系统相比具有明显的差异性,这种差异性或特殊性就是河岸带的边缘效应.所以,河岸带边缘效应是指河岸带在水域系统与陆地系统的相互作用下,其结构、状态、行为和功能等方面所表现出的异质性和独特性。

2.2 类型

a. 按照作用对象分,河岸带边缘效应可以分为地理边缘效应、生态边缘效应、环境边缘效应和社会边缘效应等.地理边缘效应是指河岸带区域内立地条件、相互作用与远离河岸带的陆域以及水域存在着明显的特殊性.生态边缘效应是指河岸带区域内生物栖息环境、生物种类、生物多样性等与相邻系统相比具有明显的差异性,使河岸带生态系统的物质循环、能量流动、信息传递过程具有独特性.环境边缘效应是指河岸带对进入河流水体水流具有净化作用,保护了河流水体环境.社会边缘效应是指河岸带区域经济发展、人文内涵、人们生活等都具有自身的优势。

b. 按照空间方向分,河岸带边缘效应可以分为横向边缘效应、纵向边缘效应和垂向边缘效应.横向边缘效应包括滨水边缘效应、岸坡边缘效应、缓冲带边缘效应;纵向边缘效应包括上游边缘效应、中游边缘效应、下游边缘效应和河口区边缘效应;垂向边缘效应包括上层边缘效应(地表径流与土壤、植被间的作用)、下层边缘效应(地下水与土壤间的作用)。

c. 按照受益类别分,河岸带边缘效应可以分为正向边缘效应和负向边缘效应.正向边缘效应是指有利于河岸带及相邻系统安全、稳定、健康发展的边缘效应,如生产力提高、物种多样性增加等.负向边缘效应是指不利于河岸带及相邻系统安全、稳定、健康发展的边缘效应,主要表现在交错区种类组分减少、植株生理、生态指标下降、环境恶化、突发事件频发和生产力降低等。

2.3 特点

a. 明显的过渡特征.河岸带位置的特殊性决定了其边缘效应具有明显的过渡性,主要表现在结构、功能和动态变化等方面,即系统之间的物质、能量和信息交流的递变规律.这种递变或过渡性使河岸带存在急变区、过渡区和缓冲区.急变区是水域系统和陆域系统相向方向上异质性达到极大值的区域.急变区向外延伸,经过渡区、缓冲区,其异质性逐渐降低,并过渡到另一系统的特征状态。

b. 显著的动态涨落.河岸带同时与陆地及水域系统进行物质、能量和信息的交换,是一个远离系统中心的开放系统,更是一个典型的耗散性系统.河岸带在与相邻系统作用时,由于系统的自我调节功能,使河岸带系统处于动态平衡状态,系统内部物质流、能量流、信息流的涨落现象明显,表现为多自然灾害和突发事件发生。

c. 频繁的超承载现象.由于过渡特征和动态变化涨落特征,河岸带比较脆弱,易受外在因素的影响.当自然波动与人为干扰相互叠加作用于河岸带时,易使河岸带承载力超越临界阈值,河岸带出现超负载运行的

现象,严重破坏河岸带的生态平衡,造成生态退化、环境恶化等问题,导致系统的紊乱乃至崩溃。

3 河岸带边缘效应的主要表现

3.1 地理边缘效应

河岸带地理边缘效应是在水流与陆地的作用下,引起区域分布、物质组成或能量结构不均匀,而造成地理流的变异、扰动、增强、减弱等一系列变化。河岸带主要受到坡面流、河道地表径流以及地下水径流3种径流的作用,其中对河岸带的地貌形态、立地条件等起主要作用的是坡面流与河道地表径流。所以地理边缘效应主要包括侵蚀效应、冲淤与淘刷效应以及蓄滞水流效应。

a. 坡面流的侵蚀效应。在一定降雨强度下,河岸带坡面会形成坡面流。坡面流在流动过程中,由于雨水的不断补充,流量逐渐增大。当流量增大到一定量后,成层的流动便不再能够保持,水流会自动汇集,以相互交错的细小股水流呈密集网状流流经整个坡面,并剥蚀和运移地表物质,使其顺坡向下移动,将其沉积在坡脚,在坡脚处形成分选性较好的沉积物,其粒度一般随着离开坡脚的距离变远而减小。另外,由于坡面流的冲刷,土壤上部最肥沃的一层(腐殖质层)被破坏,危害很大。

b. 河道地表径流的冲淤与淘刷效应。河流径流对河岸带的作用主要表现为对河岸带的冲淤和淘刷。河流径流对河岸带的冲淤和淘刷强度主要取决于水流的流速、地貌形态。在顺直河岸段,当水流流速较大时,在其运动过程中会将地表风化物质和侵蚀下来的物质带走,水流对河岸产生侧蚀作用,易导致坡脚破裂,河岸形态错落变化剧烈。水流在错落面附件活动,使摩擦阻力减小,加剧了河岸错落区的扩大。当水流流速较小时,水流的运移能力减弱,水体中较大粒径的泥沙颗粒随之沉积。随着流速的减小,发生沉积的泥沙颗粒由粗到细。由于淤积的发生,造成河岸带向河道主槽发展。在弯曲河岸段,水流受惯性离心力作用,表层水流涌向凹岸,对凹岸坡脚形成淘刷作用,河岸产生崩岸,导致凹岸处弯道曲率和河谷宽度增大。当水流由弯道进入比较顺直的河段,河流两岸可能同时受到侧向侵蚀。

c. 蓄滞水流效应。蓄滞水流效应包括坡面流的蓄滞和河道地表径流的蓄滞。坡面流在岸坡上流动时,由于植被分蘖多,丛状生长,能够有效地分散、减弱径流。由于径流在草丛间迂回流动,径流由直流变为绕流,增大了流程,使水力坡降减小,加上径流被分散和阻截,又减慢了流速,因而水流的历时延长,增加了雨水的入渗。由于流速减缓,冲刷能量降低,土体冲蚀减弱。

河岸带近岸水域内由于植被的存在,在很大程度上改变了水流的内部结构,增加了河岸的糙率,减小了水流时均流速,并且部分水流能量转换成了在植被附近产生的紊流脉动动能,消耗了水流的动能,这虽然减缓了洪水对岸坡的冲刷,保护了河岸的稳定,但也降低了河道的行洪能力,不利于洪水的下泄。因此,在注重生态护岸工程的今天,采用植被护岸措施时,应寻找两者间的平衡点,因地制宜,合理配置,既能最大限度地发挥其固河护堤的作用,又能保证行洪安全以及保护生态环境。

3.2 生态边缘效应

河岸带为生物生存提供了良好的栖息环境,带内生物资源极其丰富,两栖类和爬行动物种类繁多。与相邻生态系统相比,河岸带内食物链变长,生物多样性增加,种群密度提高,物种与群落之间竞争激烈,彼此消长的频率高,幅度大。但河岸带抗干扰能力差,界面易发生变异,且系统恢复的周期长。可见,河岸带在生物组成、栖息环境等方面均与相邻生态系统有着明显的差异。

a. 生物栖息地的差异。洪水的季节性变化为生物生存提供了良好的栖息环境,特别是对鱼类和鸟类生存有较大的影响。在洪水季节,一些鱼类依靠河漫滩森林、灌木的枝条和根系的定期淹没来产卵、获取食物、躲避劲敌。河边植被及水中的植被浮岛保护了幼鱼或那些专栖于植被的小鱼,因此河岸带为鱼类栖息提供了丰富的生境。另外,许多鸟类的生活周期与洪水泛滥密切相关,如,在澳大利亚内陆回水湖,由于洪水泛滥与水禽繁殖同期,幼鸟抚养经常出现在洪水退却时,所以,这些地段给许多鸟类提供了庇护区和繁殖地^[7-8]。

b. 生物多样性的差异。很多研究表明河岸带维管植物多样性较高,Nilsson^[9]报导13%的瑞典维管植物沿单一河流廊道出现,在亚马逊河流域,有20%的树种分布于受定期洪水影响的沿岸森林带^[7-8]。河岸带生物多样性易受水文条件的影响,特别是洪水流量、洪水频率对生物的行为和生理影响很大,使河岸带的生物多样性发生变化。频繁的洪水会增强对河岸的冲刷,使敏感物种丧失,破坏生物生命循环。河流流量过小,则外来生物容易入侵,会导致生物局部绝灭,威胁土著物种,改变种群组成,减少水和营养物质进入河漫滩,植

物幼苗干化,植物种子扩散条件变差,流量过大,河岸带淹没时间延长,则植被功能发生变化,对树木有致命的影响,水生生物的浅滩生境丧失^[8]。另外,季节性高峰流量的丧失会导致鱼类产卵、孵化和迁徙激发因素中断,鱼类无法进入湿地或回水区,水生生物的食物网结构改变,岸边植被复原能力降低或消失,植被生长的速度减缓,植被的多样性消失。

3.3 缓冲边缘效应

河岸带在农田与河道之间起着一定的缓冲作用,一定宽度的河岸带可以过滤、渗透、吸收、滞留、沉积物质和能量,减弱进入地表和地下水的污染物毒性,降低污染程度。1979~1980年,Lowrance等^[10]在距Tifton Georgia不远的小河流域测定了1571.34 hm²流域的河岸带生态系统N和P的输入输出量。结果表明,经过河岸带植被过滤和滞留的N是输出到河流中的6倍,1/2的P流出量被植物滞留。Manneder等^[10-11]研究认为,河岸带可滞留89%的N和80%的P。尹澄清等^[12-13]对白洋淀周边岸带研究表明,290 m长的有植被小沟对地表径流总氮的截留率是92%,对总磷的截留率是65%,4 m芦苇根区土壤对地表下径流总氮的截留率是64%,对总磷的截留率是92%。由此可见,河岸缓冲带是控制非点源污染极其有效的一项措施。

3.4 社会经济边缘效应

河岸带在空间结构上是水陆生态系统的交接处,在社会系统结构上是各类自然和人工生态系统通过水陆交通及政治、经济、文化等关系连接起来的边缘地带,具有丰富的土地资源、生物资源,蕴含着丰厚的人文历史,人类活动密集,具有较高的生产力,它对增加城市的灵气和发展潜力,对社会经济的发展具有极为深远的影响,已经成为带动城市经济发展的重要空间,具有极强的社会经济边缘效应。

4 结 语

河岸带作为水陆交界边缘带,具有纵向空间的镶嵌性、横向空间的过渡性、垂向空间的成层性以及时间分布上的动态性等边缘性特点。河岸带时空上的变化特征导致了河岸带在结构、状态、过程以及功能上都具有明显的异质性和独特性,这就是河岸带的边缘效应。河岸带边缘效应具有过渡性、动态涨落、超承载等显著特征,并通过地理边缘效应、生态边缘效应、缓冲边缘效应以及社会经济边缘效应表现出来。

河岸带边缘效应的强度和发展方向对河岸带的建设管理、开发利用均具有深刻的影响。本文在现有研究成果的基础上,仅从定性角度分析了河岸带边缘效应的概念、类型、特征和主要表现。而河岸带边缘效应能否科学合理的利用,完全取决于边缘效应的作用机理、作用强度、作用范围等是否明确。因此,河岸带边缘效应的作用机理、强度大小、作用范围大小等定量问题有待深入研究,为河岸带适宜宽度的确定、合理建设措施的选择提供理论依据。

参考文献:

- [1] 周宇峰,周国模.斑块边缘效应的研究综述[J].华东森林经理,2007,21(2):1-8.(ZHOU Yu-feng,ZHOU Guo-mo. Summary of research on edge effect of patch[J]. East China Forest Management,2007,21(2):1-8.(in Chinese))
- [2] 顾磊,江晓霞,陈智华.边缘效应在生态学中的应用[J].西南民族大学学报:自然科学版,2005(增刊):6-10.(GU Lei,JIANG Xiao-xia,CHEN Zhi-hua. The application of edge effect in ecology[J]. Journal of Southwest University for Nationalities:Natural Science Edition,2005(S):6-10.(in Chinese))
- [3] 夏继红,严忠民.生态河岸带的研究进展与发展趋势[J].河海大学学报:自然科学版,2004,32(3):252-255.(XIA Ji-hong,YAN Zhong-min. Advances in research of ecological riparian zones and its trend of developmen[J]. Journal of Hohai University:Natural Sciences,2004,32(3):252-255.(in Chinese))
- [4] 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):14-18.(XIA Ji-hong,YAN Zhong-min. Concept and function of ecological riparian zone[J]. Water Resources and Hydropower Engineering,2006,37(5):14-18.(in Chinese))
- [5] 夏继红,胡玲.生态河岸带功能区划定性与定量研究[J].水利学报,2007(增刊1):542-546.(XIA Ji-hong,HU Ling. Qualitative and quantitative function regionalization of ecological riparian zone[J]. Journal of Hydraulic Engineering,2007(S1):542-546.(in Chinese))
- [6] 陈利顶,徐建英,傅伯杰,等.斑块边缘效应的定量评价及其生态学意义[J].生态学报,2004,24(9):1827-1832.(CHEN Li-ding,XU Jian-ying,FU Bo-jie,et al. Quantitative assessment of patch edge effects and its ecological implications[J]. Acta Ecologica Sinica,2004,24(9):1827-1832.(in Chinese))

[7] NAIMAN R J ,DECAMPS H ,POLLOCK M. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity[J]. Ecological Applications , 1993 , 3(2) :209-212.

[8] 王庆锁 ,王襄平 ,罗菊春 ,等 .生态交错带与生物多样性[J].生物多样性 ,1997 ,5(2) :126-131.(WANG Qing-suo ,WANG Xiang-ping ,LUO Ju-chun ,et al. Ecotones and biodiversity[J]. Chinese Biodiversity ,1997 ,5(2) :126-131.(in Chinese))

[9] NILSSON C , GRELSSON G , JOHANSSON M ,et al. Patterns of species richness along riverbank[J]. Ecology ,1989 ,70 :77-84.

[10] 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.

[11] MANDER U ,KUUSEMETS V ,KRISTA L ,et al. Efficiency and dimensioning of riparian buffer zones in agricultural catchments[J]. Ecological Engineering ,1997 ,8 :299-324.

[12] 尹澄清 .内陆水-陆地交错带的生态功能及其保护与开发前景[J].生态学报 ,1995 ,15(3) :331-335.(YIN Cheng-qing. The ecological function ,protection and utilization of land/inland water ecotones[J]. Acta Ecologica Sinica ,1995 ,15(3) :331-335.(in Chinese))

[13] 尹澄清 ,邵霞 ,王星 .白洋淀水陆交错带对氮磷截留量的初步研究[J].生态学杂志 ,1999 ,18(5) :7-11.(YIN Cheng-qing , SHAO Xia ,WANG Xing. Retention capacity of phosphorus and nitrogen by land/water ecotone soil in Lake Baiyangdian[J]. Chinese Journal of Ecology ,1999 ,18(5) :7-11.(in Chinese))

Edge structure and edge effect of riparian zones

XIA Ji-hong , LIN Jun-qiang ,YAO Li , WANG Dan

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

Abstract: The riparian zone is a representative edge area. According to the longitudinally inlaid , horizontally transitional , vertically layered and temporally dynamic characteristics ,the edge effect of the riparian zones was proposed. The edge effect of riparian zones was of remarkable heterogeneity and uniqueness in the structure , situation , behavior and function and so on. It was characterized by the transitional transformation , dynamic fluctuation and easy operation under the excess capacity , including the geographical edge effect , the ecological edge effect , the buffering edge effect and the social edge effect.

Key words : riparian zone ; edge structure ; edge effect