

景观生态学原理在流域规划中的应用^①

蒋学玮^{1,2}, 周正立¹, 李凯荣², 冯建菊¹

(1. 塔里木农垦大学 植物科技学院, 新疆 阿拉尔 843300 2. 西北农林科技大学 资源与环境学院, 陕西 杨陵 712100)

摘要 从景观生态学的原理入手, 论述了尺度、景观格局、生物多样性、景观异质性与景观连接度等理论在流域规划中的应用, 揭示了土地利用、生物多样性保护、土壤侵蚀和土地沙漠化等的景观生态学本质, 从理论与实践上指出了景观生态学理论对流域规划的指导意义。

关键词 景观生态学; 流域规划; 尺度; 景观格局; 生物多样性保护

中图分类号 S157.1 文献标识码 A 文章编号 1001-7461(2003)02-0112-04

Application of Landscape Ecology Principle in Watershed Planning

JIANG Xue-wei^{1,2}, ZHOU Zheng-li¹, LI Kai-rong², FENG Jian-ju¹

(1. College of Plant Science and Technology, Tarim Univ. of Agr. Reclamation, Alar, Xinjiang, 843300, China;
2. College of Resources and Environment, NW Sci-Tech, Univ. of Agr. and For., Yangling, Shaanxi, 712100, China)

Abstract By using the principle of landscape ecological, this paper gives the theoretical and practical significance of landscape ecology principles application in watershed planning. Watershed planning involves the effects of biodiversity, landscape heterogeneity and landscape connectivity. The application of landscape ecology principle in watershed planning is the key way towards ecological environment protection, raising the production potential of land and fulfill the regional sustainable development.

Key words landscape ecology; watershed planning; scale; landscape pattern; biodiversity conservation

景观生态学是一门新兴的、正在深入开拓与迅速发展的学科, 与传统的生态学相比, 更强调空间异质性、等级结构与尺度在研究生态格局与过程中的重要性, 以及人类活动对生态系统的影响, 尤其突出了空间结构与生态过程在多个尺度上的相互作用^[1]。近年来, 景观生态学理论作为一种方法体系, 用来指导流域规划和管理, 是景观生态学应用方面比较活跃的领域。研究景观生态学在流域规划中的应用, 探讨土地利用、土壤侵蚀、土地沙漠化等的景观生态学本质, 对于区域可持续发展和生物多样性保护等方面具有重要指导意义。

1 流域规划的尺度转换

1.1 水土流失研究的尺度

水土流失的成因、类型、强度等方面因地域不同而存在明显差异, 小尺度上的研究仅可以摸清其机制。在小尺度上以小流域为单元进行治理符合水力

侵蚀的基本规律, 但水土流失研究不能仅从单因子方面入手, 而应从景观水平上综合考虑, 从中找出主要的生态因子^[3]。由于水土流失的时空变化与环境因子时空关系是一个复杂的多尺度过程, 水土流失研究的尺度转换规律已经成为当前国际上的研究热点之一。研究表明, 春季土地利用的景观异质性较高, 径流和侵蚀从点尺度(1 m²)、样地尺度(20 m²)、斑块尺度(500 m²)到流域尺度都存在增大或减小的不规则变化, 而冬季土地利用类型比较单一, 斑块尺度上产生的径流绝大部分能流出流域, 所以流域出口的径流量可以用主要土地利用类型的小区观测数据推算出来^[4]。

流域规划中, 水土流失问题只有在时间与空间大尺度上的研究中才可找出治理的对策。由于小流域面积较小, 小尺度的景观特征易分辨与分析, 但当景观尺度改变时, 生态学家所观测到的空间异质性也随着变化, 所取得的治理模式不具有普遍性, 很难

① 收稿日期 2002-09-24
基金项目 中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-06)
作者简介 蒋学玮(1972-), 男, 湖南零陵人, 在读硕士生, 讲师, 主要从事水土保持与荒漠化防治的教学与科研工作。

大范围地推广应用,所以需要中大尺度的流域规划。

1.2 流域规划尺度

在流域规划中,以小流域为单元进行规划具有普遍意义,其面积一般在 30 km^2 以下,最大不超过 50 km^2 ,能更好地按照水土流失发生发展的规律,采取有效的治理措施^[5]。但小流域规划中只可能小幅度的进行生产结构及土地利用结构的调整,生产发展前景的预测只是在原生产规模或发展速度的基础上进行,仅能考虑小范围内的农、林、牧,所涉及的经济实体的规模相当小,缺少适应市场经济的瞬息万变的弹性。所以以小流域为单元的规划在经济发展上有显著的局限性,与市场经济的发展不可能相互协调,难以获得稳定可靠的发展^[6]。因此,只有从大尺度景观的水平上才可以实现资源可持续利用,进而提出不同的土地利用方式。生态系统与其所属的大尺度系统之间的关系常常可以克服局部生物反馈的不稳定性,生态系统发展中的持续性问题也与其尺度有关。为实现区域的可持续发展,景观是最适于进行规划和管理的空间尺度,因为景观有比较明显的边界和共同的生态过程^[7]。

面对生态系统的破坏,必须进行的是大尺度规模的生态调控,而不是零敲碎打的小范围局部的规划治理。对于生态脆弱的干旱区如塔里木河流域,由于上中游长期以来大规模地毁林开荒和无节制地用水,使下游河水日趋减少甚至断流,致使塔里木河流域下游的胡杨林、草地大面积衰退死亡,由1958年的 46 万 hm^2 下降到1978年的 17.5 万 hm^2 ,减少了62%^[8]。随着自然植被的破坏,土壤风蚀加剧,流域内绿洲生态环境日趋恶化,迫切需要从大尺度——整个流域规划出发进行综合治理,以确保景观结构变化向良性方向发展。

2 流域规划景观格局

2.1 景观格局特征

目前,对于景观格局特征的研究越来越广泛^[9~12]。景观格局特征分析将有利于正确评价流域生态状况及其与自然和人类活动的关系。在干旱区内陆河流域,生态结构相对简单,人为干扰对其绿洲景观格局变化影响最强烈。以此为例来浅谈其景观格局特征。

干旱区荒漠绿洲景观是在极其严酷的自然环境下外来径流作用的产物,其脆弱性决定了其抗干扰性低,景观格局严格受河流廊道影响,一般地,以河流廊道为核心,呈带状分布。干旱区河流廊道不仅

具有传输能量与养分的功能,更是绿洲生物流的载体和传导源,干旱区荒漠绿洲景观的变化,更多地体现为河流廊道变化所导致的生物流改变。这种特性使得景观格局及其变化具有明显规律:在河水影响范围内,景观破碎化随河水量减少其程度不断加剧,景观多样性较高,但斑块分离度高且呈不断分离化发展趋势,远离河水影响区,一般呈荒漠化景观,景观破碎化程度较低,优势度较高,而且随水资源减少,景观多样性和破碎化程度不断减少,斑块分离程度下降,但戈壁荒漠、草原化荒漠类型的景观受风蚀作用和其他景观的内演作用影响,其景观多样性和破碎度均最高且随水资源减少而不断增加。荒漠绿洲对水源的依赖性使得河流廊道的变化,直接导致整个景观结构与空间格局发生改变,成为流域景观过程的主要驱动力。

在干旱区不受流域水土资源开发影响的绿洲生态系统几乎不存在,目前普遍存在着林草退化、土地盐碱化、土地沙漠化等问题,呈荒漠化景观趋势。因此,评价与预测流域资源开发利用后的景观格局变化趋势,成为流域规划中社会经济持续发展过程始终需要解决的问题之一。

2.2 景观格局特征评价

景观形成的干扰作用包括自然、人为和社会之间的相互作用,使得景观内个别要素稳定性和其他空间结构发生了改变,从而使得景观格局发生了改变。景观格局变化包括3种类型:其一是某一新型景观要素成为基质,取代原来基质;其二是几种景观要素比例发生了变化;其三是—种新型景观要素在系统内出现^[13]。通过对流域内各类斑块数量及面积、斑块优势度及多样性指数、斑丰度及类斑丰度、带丰度及带斑比等景观格局指标的计算分析,以评价流域治理效益。如淳化县泥河沟流域治理前原有景观基质主要是以农作物为主,土壤肥力差,农业产量低而不稳,坡地植被较差,水土流失严重。“七五”和“八五”期间,受国家科技攻关综合治理的人为干扰,景观格局发生显著变化,向多极化发展,以单纯农业为主的景观生态空间格局逐渐发展为农林复合生态经济系统景观格局,试区塬面农林复合生态经济系统已逐渐形成,农林牧用地由原来的3.3:2.2:1。调整为2.7:3.7:1.0,土地利用效益明显提高。表现在农地斑块数、面积、优势度及类斑丰度下降,以苹果为主的林果地斑块数、面积、优势度及类斑丰度不断上升,原有以单一农地为流域塬面景观生态格局的基质,已变化为以果、农镶嵌为基质的多极化

景观格局^[14]。形成了以当地资源优势得到充分发挥的林果业为开发治理的突破口,以开发促治理,以治理保开发,综合开发治理发展农村经济的新局面。

2.3 景观生态安全格局

景观生态安全格局的提出最初是在景观规划中对生物保护的研究^[15]。随着人类对资源的开发和不同的土地利用方式,尤其是在土壤侵蚀严重的区域,如黄土高原,人为植被破坏和陡坡地开垦是侵蚀加速的主要原因,导致生态环境急剧恶化。景观生态安全格局理论已应用到流域规划及整个生态环境保护的研究,因此,系统地研究表面特征与生态格局之间的关系对于景观和区域生态管理和规划等具有重要的理论和实践意义。

从整个生态环境保护出发,维护流域景观生态安全格局,以保证土地利用在生态阈限之内,坚持不破坏土地生态经济系统为基本前提,在土地生态环境容许的限度内进行土地利用和规划。而对自然条件恶劣和土壤侵蚀严重的地区如黄土高原丘陵沟壑区,某些小流域人口发展数量已超过了土地承载力,应实行生态移民政策,一方面有利于对小流域的封禁和自然植被恢复,减少陡坡开荒与广种薄收等传统人为干扰;另一方面移民到生态条件好而人口压力小的地区有利于实现农业集约化生产,提高土地利用效率,发挥整个流域的生态、经济、社会效益。

3 流域规划中景观生态学研究透视

3.1 生物多样性保护

从以往生物多样性保护实践来看,单一物种的保护措施是难以成功的,为长期保护某一物种,考虑它所在的生态系统及有关生态过程,重视保护区建设,还要重视保护区与周围环境的关系,即问题(物种的稀有或濒危)的发生和研究在一个层次(种群),而问题的解决(保护和管理)需要在更高层次(整个景观上),生物保护战略应从单纯的目标物种途径扩展到区域景观途径^[1]。景观生态学所侧重的研究途径是将人为干扰看作生物多样性丧失的主要因素,强调人为干扰下景观格局的改变对遗传多样性、物种多样性、生态系统多样性的影响,并据此制定相应的生物保护战略。

在流域规划中,应用景观生态学中尺度的景观结构和生态过程关系,把斑块空间分布的景观格局作为若干生态过程和非生态过程长期作用的产物,基于流域景观中存在着多种组分(农田斑块、建筑斑块和自然植被斑块等),通过人为干扰的扩散和能量

的转移,使得各类斑块大集中,小分散,从而实现生物多样性的保持和高度的视觉多样性。通过生态空间的镶嵌稳定性来寻求持续发展中的稳定性,建立生态持续景观,实现可持续发展的目标。

3.2 景观异质性

研究环境、资源和生物系统结构的异质性已成为当今生态学研究的前沿课题之一^[16]。景观异质性不仅体现在景观的空间结构变化上(空间异质性),而且体现在景观及其组分随时间的动态变化上(时间异质性)^[17]。

不同的土地利用方式表征为景观的异质性。目前对土地利用方式的研究,主要集中在土地利用中的土地利用方式、资源状况、管理等方面。应用景观生态学原理进行流域规划时强调的不仅是土地的合理使用问题,而且考虑到各种土地类型之间的结构和功能的关系。如应用景观异质性对干扰的风险扩散作用,规划中调整不同作物在空间上镶嵌搭配,能极大地减少病虫害的发生,从而避免大面积的同质农田(同一种作物)造成病虫害的蔓延。在农田规划中也应避免大面积品种与作物种单一化的趋向。保留农田边界作为害虫天敌的栖息地,对保护天敌有重要作用。大面积的同质针叶林,会促进森林火灾的蔓延,但针叶林中间如果夹有河流、湿地和落叶阔叶林等,则可对林火的蔓延起一定的阻隔作用。因此,在造林中应该避免纯林化、针叶林化、外来树种化的趋向^[18]。

3.3 景观连接度

景观连接度作为景观生态学研究主要内容之一,1984年由Merriam首次引用到景观生态学中,认为是测定景观生态过程的一种指标^[19]。景观连接度的提出与应用,对景观生态学在生物多样性保护与生物资源管理方面具有重要意义。研究表明,景观连接度对于破碎景观(如人类活动强烈的农业景观地区)中动物栖息地和物种保护具有重要意义^[20]。

流域规划中通常是增加一些景观元素或减少一些景观元素,由此将导致景观结构的变化,进而影响到景观生态功能的变化。土地利用调整是对景观结构影响最明显的方式之一,随着人口结构的变化和经济发展的需求,重新分配农业用地结构或将部分自然景观(森林、草地、自然保护区)划分为农田用地,这将导致农田的扩大和一些具有基本功能的景观元素消失,如树林、田沟等。在流域规划中,为防止生物多样性和景观多样性的降低,对农田林网的景观布局、复合农林系统的设计以及干旱区河流廊

道的维护等都必须研究景观各元素之间的景观连接度水平,在影响生物群体的重要地段和关键点,保留生物的生境或不同生境地之间合理的廊道。

4 结论

景观生态学以综合、整体的思想审视生态环境的现状和变化,为人类成功地解决所面临的生态问题提供了新的理论和方法,流域规划中应用景观格局特征,如何根据气候、地貌、水资源和土壤因素以及经济社会因素,合理地配置景观要素,以达到景观结构与功能的最优化,是保护生态环境与发挥流域土地生产潜力的重要途径。干旱区河流廊道在流域景观中的重要性,决定了流域规划中必须从水资源合理利用着手,保持河流廊道的连续性,才有助于该区域的生态保护和景观格局的良性化。目前随着我国可持续发展战略的实施和退耕还林还草力度的加大,应用景观生态学原理进行流域规划将有利于生物多样性保护,保持生态平衡,实现自然资源的可持续发展与利用。

参考文献

- [1] 李晓文,胡远满,肖笃宁.景观生态学与生物多样性保护[J].生态学报,1999,19(3):399-405.
- [2] 王仰麟.景观生态系统及其要素的理论分析[J].人文地理,1997(1):5-11.
- [3] 黄炎和,林敬业,蔡志发,等.影响福建省水土流失主导因子的研究[J].水土保持学报,2000,14(2):36-54.
- [4] Bissonnais Y L, Benkhadra H, Chaplot V, et al. Crusting, runoff and sheet erosion on silty loamy soils at various scales and up scaling from m² to small catchments [J]. Soil & Tillage Research, 1998, 46:69-

80.

- [5] 吴发启.水土保持规划[M].西安:西安地图出版社,2002.
- [6] 孙保平,杜启贵.区域综合治理技术决策系统[M].北京:中国林业出版社,2000.
- [7] Turner M G. Quantitative methods in landscape ecology[M]. New York: Springer-verlag, 1991.
- [8] 张立运.塔里木盆地诸大河沿岸的天然草地及其人为活动的影响[J].干旱区资源与环境,1990(4):68-72.
- [9] 许丽,胡春元,赵海燕,等.半干旱丘陵区农业景观空间格局研究[J].水土保持研究,2002,9(3):201-203.
- [10] 贾宝全,慈龙骏.绿洲景观生态规划研究[J].干旱区地理,1999,22(4):62-70.
- [11] 王根绪,程国栋.干旱荒漠绿洲景观空间格局及其受水资源条件的影响分析[J].生态学报,2000,20(3):363-368.
- [12] 李锋.两个典型荒漠化地区景观多样性变化的比较[J].生态学报,2002,22(9):1507-1511.
- [13] 肖笃宁,苏文贵,贺红士,等.景观生态学的发展和应用[J].生态学杂志,1988,7(6):43-48.
- [14] 朱清科,肖斌,张柏林.泥河沟试区塬面农林复合生态系统景观格局特征研究[J].西北林学院学报,1995,10(增):108-113.
- [15] Forman R T T. Some general principles of landscape and regional ecology[J]. Landscape Ecology, 1995, 10(3):133-142.
- [16] 李团胜.城市景观异质性及其维持[J].生态学杂志,1998,17(1):70-72.
- [17] 伍业纲,李哈滨.景观生态学的理论发展[A].见:刘建国主编.当代生态学博论[C].北京:中国科学技术出版社,1992.30-39.
- [18] 徐化成.景观生态学[M].北京:中国林业出版社,1996.
- [19] Merriam H G. Connectivity fundamental characteristic of landscape pattern[A].In:Brandt J, Agger P. Methodology in landscape ecological research and planning. Vol. 1. Theme: Landscape ecological concept[C]. Denmark: Roskilde University Center, 1984.16-20.
- [20] Henderson M. Patchy environments and species survival: chipmunks (*Tamias striatus*) in an agricultural mosaic[J]. Biol. Cons., 1984, 31:95-106.

(上接第104页)

参考文献:

- [1] 候元兆,张佩昌,王琦.中国森林资源核算研究[M].北京:中国林业出版社,1992.
- [2] 常继锋,潘家坪,温作民.征收森林生态效益税的探讨[J].南京林业大学学报(人文社会科学版),2001,1(2):26-30.
- [3] 陈钦,黄和亮.试论林业外部性及补偿措施[J].林业经济问题,

1999(3):19-22.

- [4] 张耀启.森林生态效益经济补偿问题初探[J].林业经济,1997(2):70-76.
- [5] 王永安.森林生态效益的经济补偿[J].北京林业大学学报,1999(增刊3):77-84.
- [6] 王利明主编.民法[M].北京:中国人民大学出版社,1999.
- [7] 孙国华,朱景文.法理学[M].北京:中国人民大学出版社,1999.
- [8] 张守文.税法原理[M].北京:北京大学出版社,1999.