

浅析生态系统健康评价研究现状

宋兰兰, 陆桂华, 刘 凌

(河海大学水资源环境学院, 江苏 南京 210098)

摘要 对目前有关生态环境、生态系统和生态系统健康的概念进行辨析, 回顾了生态系统健康问题研究的历程及其存在的争论, 介绍了目前主要采用的两种生态系统健康评价方法, 即指示物种法和指标体系法, 分析了这两种方法的优缺点. 针对目前生态系统健康评价主要集中在单一的生态系统, 指出生态系统健康要以流域作为评价单元.

关键词 生态环境 生态系统 环境健康

中图分类号 X171

文献标识码 A

文章编号 1000-1980(2004)05-0539-03

1 生态系统和生态环境

生态系统是在一定空间内由生物群落及其环境组成的具有一定格局, 借助于功能流(物种流、能量流、物质流、信息流和价值流)而形成的稳态系统^[1].

生态环境是生物在生态系统中不同层次的状态与环境的动态关系. 状态包括食物链, 各种生物的结构、水平分布和垂直层次中的相对位置和作用. 动态是指生物的状态随时间的推移所发生的有规律或无规律的变化及其在生态系统的物质、能量和信息交换过程中的特殊地位和作用.

从上述定义可以看出, 生态系统和生态环境是一个事物的两个方面. 生态系统研究系统的结构、功能和过程, 强调生态类型完整性. 而生态环境则集中研究系统的生物状态与环境之间的关系是否协调发展, 强调在生态系统边界内影响生物状态的所有环境条件. 本文采用生态系统这个概念.

2 生态系统健康研究现状

2.1 生态系统健康定义及来源

由于生态环境恶化, 使其不能够提供正常的生态服务功能, 生态系统健康问题引起了人们的普遍关注. 20 世纪 80 年代末, Rapport 等在研究生态系统胁迫压力时提出了生态系统健康概念, 指出生态系统健康主要研究生态、环境及人类可持续发展之间的相互关系.

目前关于生态系统健康概念尚存争议. Karr^[2,3]从生态完整性出发, 指出生态系统健康就是生物完整性, 并将这一概念应用于水生生态系统. Woodley 认为, 生态系统健康是生态系统发展的一种状态. 在此状态中, 地理位置、光照水平、可利用的水分、营养及再生资源量都处在适宜或十分乐观的水平, 或者说, 处在可维持该生态系统生存的水平. Bormann 提出, 生态系统健康是一种生态可能性与当代人需求之间的重叠程度^[1]. 以上论述从生态系统的某一方面进行研究, 存在着一定的缺陷. Karr 单纯的生物完整性忽略了生态系统与社会发展的协调关系, Woodley 忽略了生态系统的动态性和弹性, 而 Borman 则忽略了生态系统的可持续性. 健康的生态系统不仅要满足当代人的各种需求, 而且要满足后代的需求, 即具有可持续性.

生态系统健康是指系统具有活力、稳定和自我调节的能力, “健康”即指为人类的生存和发展提供持续良好的生态系统服务功能^[4]. 生态系统健康包含两方面内涵: 满足人类社会合理要求的能力和生态环境自我维持与更新的能力. 生态系统健康首先要保持结构和功能的完整性, 保证生态系统服务功能, 这样才具有抗干扰力和干扰后的自我恢复能力, 才能为人类提供长期的服务. 健康的生态系统是国家发展和社会稳定的一个重要组成部分, 是可持续发展的根本保证.

2.2 生态系统健康评价方法

生态系统健康评价是对生态系统健康定量分析的方法,是进行生态恢复和生态管理的理论工具.评价生态系统健康需要基于生态系统的服务来确定指标,特别要反映干扰后的生态系统变化趋势.

生态系统是多变量的,生态系统健康标准也是多尺度、动态的,它是组织、活力和弹性的综合反映. Costanza 等^[5]根据生态系统可持续能力的特征,提出了基于系统层次的生态系统健康指数,暗示了生态系统健康度量标准是生态系统活力、弹性和系统组织的加权平均.生态系统健康指数(health index, HI)为

$$HI = VOR$$

式中: HI ——系统健康指数,也是可持续性的一个度量; V ——系统活力,是新陈代谢和初级生产力的主要标准; O ——系统组织指数,是系统组织相对复杂程度,包括其多样性和相关性; R ——系统弹性指数,是系统抗干扰能力.

生态系统健康指数目前已被普遍接受,与生态系统的概念较为符合,在理论上是可行的,但在实际操作中十分复杂,难以推广.

目前生态系统健康评价方法可分为指示物种法和指标体系法.指示物种法主要根据生态系统中指示物种的多样性和丰富度确定丰富度指数或完整性指数(如藻类丰富度指数 AAI ,生物完整性指数 IBI),在水生生态系统中应用广泛.指示物种一般为鱼类、底栖无脊椎动物和着生藻类,如澳大利亚的河流评价计划、南非的计分计划等均采用底栖无脊椎动物作为指示生物建立河流健康状况评价模型.指示物种法在欧洲和美国较常应用,美国环保署(EPA)1999年制定了河流着生藻、大型无脊椎动物、鱼类的监测和评价标准^[6].

一些学者通过对海洋生态系统、农田生态系统和森林生态系统的功能团(如蜜蜂)研究,提出健康生态系统中多样性和丰度分布符合对数正态分布关系,因此可根据生物群落的多样性和丰度分布来判断其健康程度,其偏离对数正态分布越远,群落或其所在的生态系统就越不健康.虽然多样性和丰度分布关系为生态系统健康测定提供了一个有价值的尺度,但这种分布关系不是广泛适用的.

指示生物法虽然有效,但不应作为唯一的方法单独使用.生态系统非常复杂,仅依靠某一类敏感物种表示系统变化不可能展现出清楚的因果关系.生物对生态系统变化的响应机制是不同的,指示生物只是指示存在着一定的适宜指示物种的生态环境,至于指示物种的减少是否会对系统产生重要影响,指示物种在生态系统中作用等确定均非常困难和复杂,因此指示物种法不能全面反映生态系统的变化趋势.选择指示生物时,一般假定指示物种与生态系统之间具有种群趋势的相关性,但这个假定常常是不准确的^[7],如 Boulton^[8]在研究中发现指示物种变化与整个系统的功能和整体性质的变化相关性很小.关于指示物种法中所涉及的种群多样性指数测量及计算方法的有效性也存在着争论.

指标体系法是根据生态系统的特征和其服务功能建立指标体系,采用数学方法确定其健康状况,关键是如何建立指标体系.合理的指标体系既要反映流域的总体健康水平或服务功能水平,又要反映生态系统健康变化趋势.

生态系统健康评价指标的选择每个学者都有自己的见解,如 Xu 等^[9]用生态学指标评价巢湖健康状况,崔保山等^[10,11]用湿地生态特征、功能整合性、社会政治环境三大类指标进行湿地生态系统健康评价,建立生态、水文、经济及其相互作用的整体生态系统指标体系.

指标体系法虽然从生态系统整体进行分析,然而,这种方法建立了大量的指标,需要大量的信息,如何将大量复杂的信息进行综合,综合指标是否合理等问题^[12,13]目前还未得到很好的解决.

无论指示物种法还是指标体系法,生态系统健康评价都涉及健康标准的确定问题.在实际研究中,一般认为健康的生态系统是未受人类干扰的,但在同一生物地理区系内寻找同一生态类型的未受或者少受人类干扰的系统恐怕难以做到.另外一种健康参照系是从被评价系统的历史资料中获得在较少受到人类干扰条件下系统的状态描述,但由于历史资料很少,以此确定生态系统健康标准也有待商榷.

从研究尺度上来看,目前生态系统健康评价主要集中在单一的生态系统(如森林、农田、河流),而对于整个流域甚少涉及.流域是典型的自然区域,1997年在日本长良川的世界河流会议上提出将流域作为生态系统问题研究的最小单元,实现流域的可持续发展.流域可以认为是由河流作为廊道通过水文过程将整个生态系统连接起来,河流的上下游之间、河流与地下水、河流与滨岸植被是一个有机的整体,要对流域生态系统健康进行评价,必须系统分析流域内河流、植被、土地利用等健康状态,从生态系统完整性角度建立流域健康指标^[14].

2.3 生态系统健康存在的争论

目前,生态系统健康这一概念还存在争论,有学者认为生态系统不是生物,不会拥有生物的健康特性^[15],因此以生物‘健康’这个概念用于生态系统是不恰当的。Calow^[16]认为对生态系统进行量化评价是不可靠的,也是无意义的。实际上生态系统是不存在健康与否的,生态系统变化是属于进化性质还是退化性质,尚无纯粹科学意义上的鉴别标准。

3 结 语

生态系统健康的研究是生态系统压力下的产物,是提高人类生活质量和可持续发展的需求,必须引起全社会的关注。研究生态系统健康时,建立的指标体系要合理、可行。根据目前的研究现状,今后生态系统健康的研究应该注意以下几点:(a)生态系统健康的标准值研究;(b)对影响生态系统健康的干扰建立分类机制,分清是自然扰动还是人类扰动;(c)生态系统健康的尺度研究,不同尺度的指标选择标准。

参考文献:

- [1] 蔡晓明. 生态系统生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 11—12.
- [2] KARR J R. Assessments of biotic integrity using fish communities[J]. Fisheries (Bethesda), 1981, (6): 21—27.
- [3] KARR J R. Biological integrity: a long neglected aspect of water resource management[J]. Ecol Appl, 1991, (1): 66—84.
- [4] RAPPORT D J. What constitutes ecosystem health[J]. Perspective in Biology and Medicine, 1989, 33: 120—132.
- [5] COSTANZA R, NORTON B G, HASKELL B D. Ecosystem health: new goals for environmental management[M]. Washington D C: Island Press, 1992. 239—256.
- [6] 唐涛, 蔡庆华, 刘建康. 河流生态系统健康及其评价[J]. 应用生态学报, 2002, 13(9): 1191—1194.
- [7] 袁兴中, 叶林奇. 生态系统健康评价的群落学指标[J]. 环境导报, 2001, (11): 45—47.
- [8] BOULTON A J. An over view of river health assessment: philosophies, practice, problems and prognosis[J]. Freshwater Biology, 1999, 41: 469—479.
- [9] XU F, JORGENSEN S E, TAO S. Ecological indicators for assessing freshwater ecosystem health[J]. Ecological Modelling, 1999, 116: 77—106.
- [10] 崔保山, 杨志峰. 湿地生态系统健康评价指标体系 I —— 理论[J]. 生态学报, 2002, 22(7): 1005—1011.
- [11] 崔保山, 杨志峰. 湿地生态系统健康评价指标体系 II —— 方法与案例[J]. 生态学报, 2002, 22(8): 1231—1239.
- [12] NORRIS R H, HAWKINS C P. Monitoring river health[J]. Hydrobiologia, 2000, 435: 5—7.
- [13] NORRIS R H, THOMS M C. What is the river health[J]. Freshwater Biol, 1999, 41: 197—209.
- [14] 张晓萍, 杨勤科, 李锐. 流域‘健康’诊断指标——一种生态系统评价的新方法[J]. 水土保持通报, 1998, 18(4): 57—62.
- [15] SUTER G W. Critique of ecosystem health concepts and indexes[J]. Environmental Toxicology and Chemistry, 1993, 12(9): 1533—1539.
- [16] CALOW P. Ecosystems not optimized[J]. Journal of Aquatic Ecosystem Health, 1993, 2(1): 55—56.

Current situation of health evaluation of ecological system

SONG Lan-lan, LU Gui-hua, LIU Ling

(College of Water Resources and Environment, Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract An analysis was performed on some concepts related to ecological environment, ecological system, and the health of ecological system at present, and the process of research on the health of ecological system and some issues on the problems were reviewed. Two methods mainly used for evaluation of the health of ecological system were introduced, i.e. the indicator species method and index system method, and the advantages and disadvantages of the two methods were analyzed. In consideration of the factor that the health evaluation of ecological environment was mainly performed for single ecological system, it was proposed that a river basin should be taken as the basic element for health evaluation of ecological system.

Key words ecological environment; ecological system; health of environment