

重庆都市圈生态系统健康胁迫因子及胁迫效应分析

官冬杰¹, 苏维词^{1,2}

(1. 重庆师范大学地理科学学院, 重庆 400047; 2. 贵州科学院山地资源研究所, 贵阳 550001)

摘 要: 重庆市是中国最大的内陆山区城市, 人类活动强烈, 生态系统脆弱; 又位于长江三峡水库的库尾, 生态地位十分重要, 开展重庆都市圈生态系统健康研究具有特殊的意义。在详细阐述都市圈生态系统健康受胁迫现状的基础上, 从地质地貌结构、河谷型气候、土壤性状、植被与生物多样性、人类活动等方面分析了都市圈生态系统健康受胁迫因子及影响机理、影响途径, 并探讨了生态系统健康受损对都市圈环境、气候变化、人体健康等的胁迫效应及趋势, 为制定都市圈生态系统健康规划与管理提供参考依据。

关键词: 重庆都市圈; 生态系统健康; 胁迫因子; 胁迫效应

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)03-0098-03

Study on the Factors and Effects of Stress of
Ecosystem Health in Chongqing Metropolis

GUAN Dong-jie¹, SU Wei-ci^{1,2}

(1. Geography Science Institute of Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China;

2. Institute of Mountain Resources of Guizhou Province, Guiyang 550001, China)

Abstract: Chongqing is one of the largest inland mountainous cities, where the activities of human beings are intense and the ecosystem is fragile. It lies in tail area of Three Gorges reservoir, the important ecological status makes it necessary to investigate the ecosystem health of Chongqing metropolis. On the basis of demonstrating the stressed situation, the factors of stress, its influencing mechanism and influencing approach of ecosystem health in Chongqing metropolis are analysed from geomorphological structure, river valley climate, soil properties, vegetation and biodiversity, human activities. In addition, the effects of stress and its trend of metropolitan environment, climate changes, human health are discussed due to ecosystem health's being damaged, in order to put forward to references for setting out the programming and management.

Key words: Chongqing metropolis; ecosystem health; factors of stress; effects of stress

随着人们对生态系统服务功能认识的逐渐深入和对生态环境质量要求的不断提高, 城市生态系统健康状况受到越来越多的关注^[1-6]。重庆市是长江上游的经济中心和我国最大的内陆山水型城市。重庆都市圈是由重庆主城区和 11 个外围组团构成, 位于世界上最大的水利枢纽工程——三峡水库的库尾区。都市圈强大的社会经济驱动与库尾区脆弱的生态环境相互作用, 使这一特殊区域的生态系统更显独特、脆弱, 并出现了一系列严峻的生态环境问题, 开始影响到库尾区的生态安全和重庆都市圈经济社会的可持续发展。因此对重庆都市圈生态系统健康胁迫因子及胁迫效应进行分析, 对指导都市圈生态系统建设、促进都市圈生态与经济社会协调发展、维护三峡库区生态安全具有重要的现实意义。

1 重庆都市圈生态系统健康受胁迫现状

1.1 自然景观被破坏, 城市生态环境退化

重庆都市圈原本是山水景观格局和组团式布局, 使城市发展具有良好的生态优势。但是目前局部地段消峰填谷式的开发建设使其失去了原有的生态特色, 沿江河较平坦且受

洪水影响小的台地、滩地均被大量占用, 市内许多较好的生态景观敏感地带被各类工业用地占据, 密集的建筑、封闭的空间将水与城市生活逐渐分离, 城市中的生态廊道、生态斑块和生态节点减少。例如江北区森林覆盖率虽然稳定在 12%~14.5% 之间, 但被建筑物及交通线路切割而成岛屿状的森林景观斑块数量却增加了 50% 以上^[7]。

1.2 绿化系统脆弱, 调节能力差

都市圈有林业用地 325.13 万 hm^2 , 森林面积 223.73 万 hm^2 , 活立木蓄积量 11 999 万 m^3 , 森林覆盖率 27.1%^[8]。由于加大了生态建设力度, 近年来全市林地面积有所增加, 森林覆盖率逐年提升, 但是城市中的自然森林难得一见, 全市约 70% 森林面积为马尾松林, 林地质量不高, 森林覆盖率增加的部分主要是通过人工林以及中幼林地面积增加而实现的。天然林的比重在下降, 并且残存的天然林多处于退化状态。森林系统的稳定性降低, 调节能力变差。

1.3 “三废”排放量大, 环境污染严重

近年来, 都市圈的环境质量虽有所改善, 但排污量大: 2000 年都市圈共排放 SO_2 26.325 万 t、烟尘粉尘 8.117 万 t

* 收稿日期: 2006-04-26

基金项目: 国家科技攻关计划(2003BA901A12); 国家自然科学基金(40261002、40561006); 贵州省优秀青年科技人才培养计划(黔科人合(20050513)); 贵州省攻关计划(黔科合 2003NYG029); 贵州省省长基金[黔省专合 2005(55)]; 贵州省自然科学基金(黔基合 2004059、2005、2078) 部分内容

作者简介: 官冬杰(1980-), 女, 黑龙江富锦人, 硕士研究生, 主要从事区域经济管理。

、废水 6.1 亿 t、COD12.53 万 t，分别占全市排放总量的 31.6%、20.2%、47.5% 和 46.6%，总体污染情况仍然比较严重。以大气污染为例(如表 1)，都市圈大气环境中 SO₂ 和大气颗粒物的含量大大超出国家大气质量最低标准。

表 1 2004 年都市圈大气污染情况

指标	二氧化硫 /(mg·m ⁻³)	可吸入颗粒物 /(mg·m ⁻³)	降尘/ (t·km ⁻² ·月 ⁻¹)	降水 pH 值
都市区	0.113	0.142	9.29	4.78
超标倍数	0.88	0.42	1.26	6.61

1.4 生态系统物种多样性受损, 初级生产力降低

都市圈受三峡水库影响的陆生植物物种涉及 120 科、358 属、550 种。三峡库区移民搬迁、人类活动区间沿淹没线上移, 部分动物的栖息环境受到破坏。再加上长期大量使用农药以及污染物向环境中排放, 不少物种逐渐处于濒危状态甚至消失绝迹。此外, 城市高密度的建成区向北、西、南三面发展, 城市为丘陵农田穿插的格局逐渐变成大片的建筑和道路, 成为混凝土森林。例如南山鸟类减少, 松毛虫增加, 造成植被破坏。

1.5 自然灾害频繁, 生态系统功能失效

都市圈自然灾害频繁, 经济损失巨大。据统计, 1999 年因自然灾害直接经济损失达 39.43 亿元, 2004 年上升至 70.19 亿元(如表 2), 分别占同年重庆市国民生产总值的 2.64% 和 2.63%^[9]。70 年代以后水灾影响面积显著增大, 滑坡和病虫害影响面积上升趋势更为明显。干旱、洪涝、风雹和崩塌危滑等灾害数灾并发, 不仅给国民经济和人民生命

表 3 重庆都市圈生态系统健康胁迫因子及影响机理、途径分析

胁迫类型	胁迫因子	影响机理及途径
自然干扰	地质地貌结构	都市圈地处川东平行岭谷低山丘陵地带, 与相邻的第三大阶地相对下沉的江汉平原形成巨大的地形反差, 河流强烈下切侵蚀, 形成本区地表起伏、地形破碎的格局。同时由于都市核心区地处两江斜坡及河谷谷地, 客观上使其所排放的液体和固体污染物能较快较容易地汇入两江, 流入都市区, 形成沿岸污染带; 又因河谷地形的影响, 气体污染物和热量不易扩散, 导致都市区热岛、浊岛效应明显、污染严重、水质恶化, 致使都市水生生物多样性受损
	气候	都市区“两江”环绕, 属典型的河谷气候, 湿度大, 逆温天气多, 副亚热带高压控制时间长, 年均风速小(1.2 m/s), 静风频率高(大于 34.83%), 中性稳定度占 67%, 这加剧了都市区热岛、浊岛效应, 又影响都市区污染物不易扩散
	土壤和岩性	都市区山地丘陵的耕作土壤 30% 以上的面积为紫色土 ^[12] , 有效土层浅薄, 既不耐干旱也不抗暴雨, 产量低下。裸露条件下的紫色土, 遇暴雨暴晒, 就会风化崩落成松散的堆积物, 并形成“跑土”现象, 引起塌岸或滑坡。同时, 全市广布的石灰岩兼有物理性硬和化学性软的特征, 遇到酸性水就会自然发生淋溶侵蚀, 岩石存在孔隙和溶洞漏水严重, 使丰沛的降水转化为地下流, 导致干旱
	植被	市区植被类型以乔木为主, 结构较单一, 树木多呈单行种植, 间距较大, 未能形成连续的林冠层。而且植被正处于逆向演替状态, 即由森林—灌丛—草丛—裸岩方向退化, 生态功能不断降低, 从而导致生物多样性锐减, 水土保持能力下降, 水源涵养能力削弱, 气候调节能力减弱, 固炭能力下降, 病虫害加剧
人类活动	生物多样性	都市圈大量森林资源被破坏, 不少物种的栖息地发生剧烈改变, 生态系统的生产效率下降, 特别是那些影响水和养分动态、营养结构和生产能力的物种的消失, 会削弱生态系统的功能, 致使人类社会失去生态系统的支撑作用, 这些支持作用包括为人类提供清新的空气、减缓不利气候的危害、消纳污染物、促进农业生产所需的养分循环、控制疾病的流行等
	对资源的过度开采和利用	重庆市目前经济发展基本上仍然延续大量的消耗性资源能源、经济效益低下的粗放型经营的传统发展模式, 为了发展经济, 盲目利用当地自然资源, 对矿山进行掠夺性而非保护性开采, 加剧水土流失, 破坏了当地自然植被和景观, 引发塌陷、地裂、滑坡、边坡失稳等次生地质灾害, 矿渣大量堆积和污水不合理排放, 对农田土壤和水体造成严重污染
	物理重建	都市圈地质结构复杂。一些地区由于地形条件差, 城市建设过程中, 地基开挖、管道埋设、地面平整等开发强度过大, 极大地改变已处于平衡状态的原始地貌、产生大量的废弃土石, 地面大面积变成不透水层, 使径流系数增大, 汇流时间缩短, 洪水总量与洪峰流量增大, 造成大量水土流失, 城市地形地貌受到破坏, 地质灾害严重
	不合理产业结构	重庆市经济结构性矛盾突出, 排污小的轻工业和第三产业滞后, 而重工业发达, 特别是排污量大的建材、钢铁、机械、化工等众多大中型企业密集地布局在长江、嘉陵江河谷两岸, 不仅极易造成都市区的土壤污染、水质污染, 而且污染物不易扩散, 在都市区形成“污染谷”
	污染物的过量排放	含有多有毒污染物和过量养分的工业废水和生活污水任意排放, 致使市区水环境污染严重, 进而影响人类身体健康, 部分地区生活垃圾的处理目前还仅限于简易的堆存或填埋, 没有防渗衬垫及污水处理设施, 必然造成地表(下)水污染和农作物受害等生态环境

财产造成巨大损失, 而且导致大量泥沙入库入江, 危害极大。

表 2 1999 和 2004 年重庆市自然灾害损失统计表

年份	受灾乡镇 /个	受灾人口 /万人	房屋倒塌 损害/万间	农作物受 灾面积/万 hm ²	直接经济 损失/万元
1999	947	1549.02	127.54	56.99	39.43
2004	1018	1422.18	19.54	89.82	70.19

1.6 都市圈人居环境拥挤, 生活质量差

1997 年重庆市直辖以后, 经济发展迅速, 市区人口进一步膨胀。到 2004 年底都市圈常住人口 567.17 万人, 人口密度 1 142 人/km², 其中主城区——渝中区人口 68.13 万人, 人口密度已经高达 34 320 人/km², 比我国和世界许多大都市的人口密度更大, 城市内各种需求随之猛增, 使空间日益拥挤, 交通不畅, 人均交通过地和绿化用地减少, 2004 年建成区绿化覆盖率为 20.9%, 人均绿地 4.09 m², (北京 11.4 m²、上海 9.16 m²、天津 6.7 m²), 都市区人居环境较差。

2 重庆都市圈生态系统健康的胁迫因子及影响机理

重庆都市圈随着发展速度的日益加快, 生态系统必然受到不同程度的胁迫。胁迫通常指引起生态系统发生变化、产生反应或功能失调的外力、外因或外部刺激, 又可分为正向胁迫和逆向胁迫, 正向胁迫并不影响生态系统的生存力和可持续性, 这种胁迫重复发生, 已成为生态过程的组成部分。因此, 更一般意义上, 胁迫通常是指给生态系统造成负面效应(退化或转化)的逆向胁迫^[10, 11]。本文所分析的胁迫因子是对重庆都市圈生态系统健康造成逆向胁迫的因子(如表 3)。

3 重庆都市圈生态系统健康的胁迫效应及趋势

3.1 对环境的胁迫效应

3.1.1 对大气环境的胁迫效应

都市圈特殊的地质构造和气候使得城区大气污染严重。可为了发展都市圈又建有相当庞大的工业体系,相当密集的人口,每年城区消耗的煤在 4.0×10^6 t 以上,占全市用煤量的 65% 以上,工业用煤和民用煤中硫的含量高达 5%, 人类活动的影响又加剧了大气环境的进一步恶化。

3.1.2 对水环境的胁迫效应

主城区每天有近 100 万 t 城市生活污水排入长江, 工业固体废物年产量 900 多万 t, 综合利用率不到 50%, 大量就地堆积或直接排入江河; 同时由于城市建设需要城区内的河流几乎直线渠道化, 大大降低河水自净能力, 导致了市内的水体水质持续变差。2004 年对都市区 70 条次级河流水质断面进行监测(如表 4), 其中不满足水域功能要求的断面占 47.1%。随着重庆都市圈的不断扩展, 大量工业区的建设, 形成大量的工业、生活污水和污染物的排放将逐年增加。

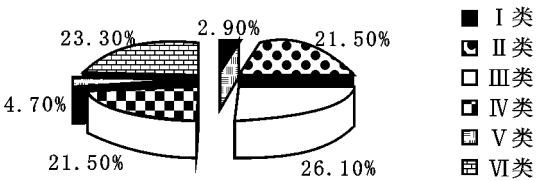


图 1 2004 年重庆市 70 条次级河流水质断面监测情况

3.1.3 对土壤环境的胁迫效应

重庆城市化过程中人类活动对土壤环境的影响是相当明显的。概况起来包括三方面 水土流失加重: 2004 年都市圈水土流失面积 3 796.4 km², 占土地总面积的 69.08%, 年土壤侵蚀量 2 000 万 t, 属于中、强度土壤侵蚀区。 保水保土能力降低: 全市已有石漠化面积 2 903 km², 占幅员面积 3.53%。土壤肥力逐年降低, 土地生产力下降, 目前土壤酸化面积已超过 38 万 km², 占耕地面积的 15.1%, 并且以每年 2.61% 的速率扩展。

土壤结构恶化: 对重庆市 53 个园地土壤中重金属的含量及其污染现状调查分析结果显示(如表 5), 土壤环境中有 As, Cd, Hg, Pb 等重金属的累积和污染, 而且含量大大超标, 土壤环境质量状况处于警戒级至轻污染之间^[13]。

表 5 重庆市园地土壤中重金属含量统计表

元素	As	Pb	Hg	Cd
平均含量/(mg·kg ⁻¹)	10.26	22.32	0.08	0.18
最大超标倍数	2.891	1.589	5.889	2.174

参考文献:

[1] Rapport D J. Evaluating ecosystem health[J]. Journal of Aquatic Ecosystem Health, 1992, 1: 15– 24.
[2] Callicott J B. The value of ecosystem health[J]. Environmental Values, 1995, 4: 345– 346.
[3] Rapport D J. Gaining respectability: development of quantitative methods in ecosystem health[J]. Ecosystem Health, 1999, 5: 1– 2.
[4] Jerry M S, Mariano B, Annalee Y, et al. Developing Ecosystem Health Indicators in Centro Habana: A Community-based Approach[J]. Ecosystem Health, 2001, 7(1): 15– 26.
[5] 张志诚, 欧阳华, 肖风劲. 生态系统健康研究现状及其定量化研究初探[J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(3): 184– 187.
[6] 贾良清, 欧阳志云, 赵同谦, 等. 城市生态安全评价研究[J]. 生态环境, 2004, 13(4): 592– 596.
[7] 苏维词, 罗有贤, 翁才银, 等. 重庆都市圈可持续发展面临的主要生态环境问题与对策[J]. 城市环境与城市生态, 2004, 17(2): 1– 3.
[8] 重庆统计局. 重庆统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2005.
[9] 重庆市人民政府办公厅. 重庆年鉴[M]. 重庆: 重庆出版社, 2005.
[10] 孙刚, 周道玮. 胁迫生态学研究进展[J]. 农村生态环境, 1999, 15(4): 42– 46.
[11] 苗鸿, 王效科, 欧阳志云. 中国生态环境胁迫过程区划研究[J]. 生态学报, 2001, 21(1): 7– 13.
[12] 沈兴菊, 陈治谏, 张金山, 等. 重庆市脆弱生态环境成因及分区分析[J]. 重庆环境科学, 2003, 25(12): 96– 99.
[13] 李杰. 重庆市园地土壤重金属污染的初步调查[J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2004, 26(3): 322– 326.

3.1.4 对地质环境的胁迫效应

三峡工程的建设, 库尾区人工削坡、开挖、加载等工程活动日益活跃, 影响范围和发生强度不断加大, 切坡开挖及坡体上荷载增加现象频繁发生, 既改变了斜坡形态, 增大边坡坡度和高度, 又破坏了岩土体内部结构和应力平衡, 同时破坏生态植被, 对地质环境造成不同程度的改变和影响, 降低了斜坡的稳定性, 促进了斜坡土体的变形破坏, 诱发了滑坡的形成与发展。

3.2 对气候变化的胁迫效应

都市圈由于人的高度集聚和建筑的高层化, 市区气候常常表现出与其周围乡村地区有巨大的差异。一方面都市圈的大气温度要比其周围乡村地区的高, 城市热岛效应、浊岛效应明显。如都市圈主城区年均温度 2001 年和 2002 年分别为 18.8℃和 19℃, 比市近郊的铜梁, 璧山等县高 0.6~2.5℃, 年月均降尘量比近郊县高 70%。另一方面, 城市生态系统的高集中性、高强度性以及人为的因素, 产生了城市污染、城市逆温层, 加剧了城市生态系统的脆弱性。

3.3 对人体健康的胁迫效应

在都市区城市化过程中, 城市生态条件的变化, 特别是环境污染的日益严重, 对人体健康造成了严重的危害。市区每天排放大量的工业废水和生活污水, 河流水污染日益严重, 来自污染源的污染物通过直接或间接的途径进入生活在城市中的人体, 使人体致病或对人体构成潜在的危害, 影响人体健康。根据 2004 年重庆市渝中区资料统计显示, 与空气环境直接相关的呼吸系统疾病发病率为 21.42%, 市内一些大气污染严重的地带, 呼吸道疾病发病率上升近 50%, 肺癌死亡率上升近 20%。

4 结 语

(1) 多因子胁迫问题。生态系统健康的胁迫因子众多, 影响过程、影响效应相互交织、叠加, 因此其影响机理十分复杂, 本文只是对单因子影响机理进行了探讨, 要想实现健康城市生态系统的维持和受损城市生态系统的重建, 必须要考虑多因子胁迫下的反应及胁迫效应的症状。

(2) 尺度问题。胁迫因子强烈制约着生态系统自身的发展, 并且在生态系统的发展过程中有多个因子起胁迫作用。但是城市生态系统受胁迫后, 胁迫症状和胁迫效应并不是一开始就出现的, 通常有一个发展进程, 发展过程持续时间越长, 强度就越大, 反复施加时, 生态系统将会崩溃。因此我们对城市生态系统健康的胁迫因子进行研究时一定要考虑到时间的尺度。