

中国生态环境敏感性及其区域差异规律研究

欧阳志云, 王效科, 苗 鸿

(中国科学院生态环境研究中心系统生态开放研究室, 北京 100080)

摘要:我国日益恶化的生态环境越来越引起社会各界的关注。如何对生态环境问题采取有效的综合整治策略, 已经成为科学界面临的一个挑战。本研究首先综述了我国主要生态环境问题——水土流失、沙漠化、盐渍化和酸雨的空间分布格局和空间相关性, 提出了生态敏感性的概念, 分析了影响我国主要生态环境问题敏感性的因素, 特别是气候对生态环境敏感性的影响, 综合地提出了中国生态环境敏感性分区, 并探讨了各分区的特点。

关键词:生态环境敏感性; 水土流失; 沙漠化; 盐渍化; 酸雨

China's eco-environmental sensitivity and its spatial heterogeneity

OUYANG Zhi-Yun, WANG Xiao-Ke, MIAO Hong (DSE, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China)

Abstract: The eco-environmental degradation has been attracted more and more attention in China. It is becoming a challenge for scientists to find effective measures to tackle the eco-environmental problems. In this study, we reviewed the spatial pattern and relationship of major eco-environmental problems: soil erosion, desertification, salinization, and acid rain. The concept of eco-environment sensitivity was proposed, and the factors which influence the eco-environment sensitivity in China were analyzed, especially climatic factors were focused. A regional classification of eco-environment sensitivity in China was developed, and the characteristics of each sub-region of eco-environment sensitivity was described.

Key words: eco-environment sensitivity; water erosion; desertification; salinization; acid rain

文章编号: 1000-0933(2000)01-0009-04 中图分类号: Q149, X171.1 文献标识码: A

随着社会的发展和技术的进步, 人类对自然环境的影响范围和强度都在不断加大, 由此引起的区域生态环境问题也在不断扩大和加剧, 如沙漠化、盐渍化、水土流失和酸雨等。这些区域生态环境问题正在严重地威胁着人类赖以生存的大气、土地和水资源, 每年由此而造成的直接和间接的经济损失是相当可观的^[1]。在我国, 日益恶化的生态环境, 给我国的经济和社会发展带来了极大危害, 严重影响了可持续发展能力^[2]。据估计, 我国每年由于风沙危害造成的经济损失达 45 亿元^[3], 水土流失造成的损失高达 100 亿元以上^[4], 酸雨造成的经济损失高达 140 亿元^[5]。因此生态环境问题的预防和整治已经变得非常迫切。

对于我国生态环境问题的研究, 已经取得了不少研究成果, 为制定《全国生态环境规划》提供了科学根据^[2]。综观目前的研究工作, 大部分集中在对单个生态环境问题的研究, 缺乏对多种生态环境问题的综合研究, 特别是对各生态环境问题间的相互关系及其区域分异规律研究不够。本研究在分析中国的主要生态环境问题——沙漠化、盐渍化、水土流失和酸雨的分布格局和空间相关性的基础上, 提出生态环境敏感性的概念, 分析了影响生态环境敏感性的因素及气候对生态环境敏感性的影响, 并通过分区评价, 探讨了生态环境敏感性的区域分异规律, 为制定预防和治理生态环境问题的区域政策提供科学根据。

1 中国生态环境问题特征

1.1 中国生态环境问题的分布特点

生态环境问题的出现具有一定的自然地理环境背景。中国地域辽阔, 自然条件差异较大, 形成了生态环境问题的区域分异特点。

(1)水土流失 根据遥感调查,我国目前各类水土流失总面积为 367 万 km^2 ,其中水力侵蚀面积 179 万 km^2 ,风力侵蚀面积 181 万 km^2 ,每年因水土流失全国损失耕地约 0.13 万 km^2 [6]。水土流失严重区域主要分布在黄土高原和云贵高原以及东部的一些丘陵山地。

(2)盐渍化 盐渍化是危害我国农业耕地的一个重大区域生态环境问题,其主要分布在我国北方干旱半干旱地区及其排水不畅,地下水位较高的半湿润地区。总面积为 23.32 万 km^2 。集中连片分布的有塔里木盆地周边绿洲以及天山北麓山前冲积平原地带、河套平原、银川平原、华北平原及黄河三角洲。根据土壤中盐分累积和迁移特点,可以分为 8 个区:沿海湿润半湿润海侵区、东北半湿润半干旱草甸区、黄淮海洪积平原半湿润半干旱草甸区、内蒙古高原干旱半干旱草原区,黄河中上游半干旱荒漠区,甘肃新疆荒漠区、青海新疆极度干旱沙漠区,西藏高原高山冻土荒漠区[7]。

(3)沙漠化 全国沙漠区面积约有 7455 km^2 ,占国土面积的 8.8%。沙漠区土地主要分布在新疆、甘肃、青海、宁夏、陕西、内蒙古、山西、河北、辽宁、吉林、黑龙江等几个省区,可以分为 3 个类型:西北干旱区,大致为干燥度 3.5 的等高值线以西地区;内蒙古及长城沿线半干旱区,主要为半干旱平原区和农牧交错带;和北方东部半湿润风沙区,集中于各河流的泛滥平原[8]。

(4)酸雨 我国的酸雨正处于急剧蔓延之势,是继欧洲、北美之后世界第三大重酸雨区。80 年代,我国酸雨主要发生在以重庆、贵阳和柳州为代表的两广地区,影响面积 170 万 km^2 。到 90 年代中期,酸雨已发展到长江以南、青藏高原以东及四川盆地的广大地区,酸雨面积扩大了 100 多万 km^2 ,以长沙、赣州、南昌、怀化为代表的华中酸雨区现已成为全国酸雨污染最严重的地方。以南京、上海、杭州、福州、青岛和厦门为代表的华东沿海地区也成为我国主要的酸雨区,华北、东北的局部地区也出现酸性降水,危害面积已占全国面积的 40%[5]。

由以上分析可以看出,生态环境问题具有明显的区域差异。不同地区,面临的生态环境问题是不同的,并且不同地区生态系统对其影响的反应也不同。

1.2 主要生态环境问题的空间相关性

各种生态环境问题在空间上相关性的分析,有利于人们综合地分析不同区域的生态环境问题,为同时预防和治理多种生态环境问题提供理论根据。通过对各生态环境问题分布图的叠加可以看出:①水土流失严重分布区位于我国中部,主要与地形和气候相关,与其他生态环境问题在分布上有一定的交叉。②土壤盐渍化和沙漠地区的分布有一定的相关性,因为两者都与地表的蒸发潜力较大有关。③酸雨的分布与土壤的酸度有较大的关系,酸性土壤的形成主要取决于降水的淋溶,即酸雨敏感的地区应该是降水量较大的地区。因而酸雨的分布与土壤盐渍化和沙漠化的分布在空间上应该是相互排斥的。

2 生态环境敏感性及其影响因素

生态环境敏感性是指生态系统对人类活动干扰和自然环境变化的反映程度,说明发生区域生态环境问题的难易程度和可能性大小。具体说是,如果在同样的人类活动强度影响或外力作用下,各生态系统出现区域生态环境问题(如沙漠化、盐渍化、水土流失和酸雨)的概率大小,对于生态环境敏感性的研究目前主要是对酸雨敏感性的研究[10],其他生态环境问题的敏感性研究很少见。由于资料的限制,中国生态环境问题的敏感性研究仅限于局部地区[10]。本文在对影响各主要生态环境问题敏感性的因素分析基础上,着重评价气候对生态环境敏感性的影响。

2.1 各生态环境问题敏感性的影响因素

根据过去对主要生态环境问题形成的影响因素的大量的分析研究工作,各生态环境问题敏感性的影响因素可以综述如下:

(1)水土流失的敏感性受气候、土壤性质、地形和地表覆盖度的影响,可以用下式表示这种关系[7]:

$$A = R \times K \times LS \times P \quad (1)$$

其中, A 为土壤侵蚀量, R 为降水侵蚀力, K 为土壤质地因子, LS 为坡度坡向因子, P 为地表覆盖因子。

(2)盐渍化主要受气候干旱、排水不畅、地下水位过高及不合理灌溉方式形成的[9]。

(3)沙漠化主要受气候的干燥程度影响,表现在气候干燥,植物生长困难,地表植被覆盖度低,地

表裸露,并且干燥的气候,减慢了地表土壤形成过程,使地表结构分散,易受风蚀,土壤的风蚀沙漠化的能力与土壤水分含量成正比^[8]。

(4)酸雨敏感性主要受土壤物理化学性质、植被和土壤水分状况的制约^[10]。

从以上分析来看,生态环境的敏感性与气候因素和地貌类型有较大的相关关系,如干湿度决定了沙漠化程度,降水量影响到水土流失和酸化,地形影响了盐渍化和水土流失程度。因此,气候和地貌因素是分析生态敏感性区域差异的主要影响因子。

2.2 气候因素对生态环境敏感性空间分布规律的影响

由于缺少对生态环境敏感性程度的定量分析方法,目前还难以建立生态环境敏感性与气候因素间的统计学意义上的相关关系。但是由气候因子——多年平均的年降水量和年平均气温与主要生态环境问题的分布图叠加可以得到:①水土流失虽然是一个泛域性的生态环境问题。但在我国西部,由于降水的稀少,水土流失的强度明显减弱,如等降水量线 150mm 以西地区,水土流失不严重。在我国东部地区,降水丰沛,气候湿润,自然植被发育很快,地表覆盖度大,阻止了由于降水而产生的水土流失。只有在植被覆盖度低时,水土流失才变得严重。②盐渍化也是与温度和降水量密切相关的生态环境问题。在多年平均降水量大于 1000mm 和年平均气温大于 15℃ 以南地区,很少看到盐渍化现象。③在我国,由于独特的水热分布规律,沙漠化多出现在降水量小于 400mm 的地区。主要分布区的降水量小于 150mm。气温对我国沙漠化的影响较小。④酸雨与温度和降水的关系最为密切。从 1996 年全国酸雨分布图可以看出,年平均 pH 小于 5.6 的地区,年降水量均大于 600mm,年平均气温大于 7℃。这是因为只有湿热的气候,才有利于形成酸性土壤和酸性大气环境。

3 生态环境敏感性分区

对各生态环境问题敏感性的定量分区固然重要,但是,由于基础资料的不足,对各生态环境问题敏感性的定量区划还没有完成,目前还难以采用定量的办法,提出中国生态环境区划。因此,从中国生态环境宏观治理的角度出发,综合地进行生态环境敏感性分区,指出不同地区主要存在的生态环境问题及其特点,这将有利于人们确定不同区域的生态环境问题的治理重点,提出区域生态环境整治对策。本文在分析中国生态环境基础上,根据各生态环境问题出现的区域和影响生态环境问题的主要因子分布规律,加以综合,定性地提出了中国生态环境敏感性分区方案。

3.1 生态环境敏感性分区的方法

区划的方法主要是指区划指标的选取和界线划定的方法,已有的方法有主导因素法、叠置法、地理相关分析法、景观制图法、定量分析法和理论分析法等。在实际区划中,这些方法大都被结合起来使用^[11]。由于技术手段的限制和生态系统本身的复杂性,专家集成是目前采用的最常用的方法。

在进行生态环境敏感性分区时,最困难的是对生态环境因子在空间上进行综合。从空间分布规律来看,有些因子的分布是连续的,如降水量和平均气温,而另一些因子的分布是间断的,如地貌单元。进行分区的基础资料还相对缺乏,现在还缺少盐渍化、沙漠化、水土流失和酸雨与这些影响因素间简单的相关关系。本文试图用降水和气温因子,以反映全国生态环境敏感性分布的趋势,结合地貌类型图,用 GIS 划出各分区的界线。并将结果与中国土壤盐渍化、沙漠化、水土流失和酸雨分布图进行比较,以说明其合理性大小。敏感区的分区主要体现生态环境问题出现的可能性,反映了人类活动可能会引发的生态环境问题。

对敏感区的划分,一共有 7 个区:东北水土流失区、黄淮海平原盐渍化区、东南酸雨水土流失区、蒙新沙漠化盐渍化区、黄土高原水土流失区、云贵高原酸雨水土流失区、青藏高原盐渍化区。

3.2 各生态环境敏感性分区的特点

(1)东北水土流失区 该区包括大兴安岭、小兴安岭、长白山地和东北平原大部分,该区气温较低,蒸发量小,水土流失比较明显,其他生态环境问题不严重,酸雨有出现的迹象。

(2)黄淮海平原盐渍化区 该区主要是指黄淮海平原,地形比较平坦,有些地方排水不畅,半湿润气候,容易形成盐渍化。

(3)东南酸雨水土流失区 该区包括了我国东部长江流域及其以南地区,地形以平原和丘陵为主,湿

润气候,土壤呈酸性,人口比较密集,工业也比较发达,酸雨比较明显,并且这些年酸雨的范围扩大很快。水土流失在一些地区比较严重,如红壤区。

(4)蒙新沙漠化盐渍化区 包括内蒙古的大部分、新疆的全部、宁夏和甘肃的部分,气候比较干燥,沙漠化面积大,由于强烈的蒸发,土壤盐渍化也比较明显。

(5)黄土高原水土流失区 包括黄土高原的全部,半干旱性气候,地形为特有的黄土塬、梁和峁,黄土的质地比较疏松,因此水土流失非常严重。

(6)云贵高原酸雨水土流失区 包括四川和云贵高原,气候比较湿润,河谷深切,密度大,植被覆盖率低,特别是在石灰岩地形上,水土流失严重。特有的地形和气候,大气污染物不易扩散,在加上大量高硫煤的使用,是我国最早发现大面积酸雨的地区。

(7)青藏高原盐渍化区 该区主要指青藏高原,以高寒气候为特点,降水量较少,盐湖分布广泛,容易形成盐渍化。

4 结论

通过以上分析,可以看出,沙漠化、盐渍化、水土流失和酸雨,都有一定的区域性,它们的分布区在空间上,有些相一致,有些部分重合,有些相反。这是由各生态环境问题形成的影响因子的空间分异规律造成的。尽管各生态环境问题的影响因素是不同的,但是气候是较为重要的因素。从大范围看,气温和降水是首先应该考虑的问题。根据我国气温和降水分布图及地貌类型图,将全国可以分为 7 个生态环境敏感区,即东北水土流失区、黄淮海平原盐渍化区、东南酸雨水土流失区、蒙新沙漠化盐渍化区、黄土高原水土流失区、云贵高原酸雨水土流失区、青藏高原盐渍化区。

进行生态环境敏感性的区划,能够为我国制定宏观生态环境综合整治政策提供科学依据。目前对于生态环境问题形成机制的研究还相当有限,还难以就每个生态环境问题的敏感性与影响因子间建立数学关系;全国生态环境数据也相当有限,如大比例尺的各生态环境问题分布图还未完成;区划方法的不成熟,尽管我国的区划工作已经进行了许多年,完成了不少大大小小的区划方案,在指导国家经济建设中发挥了重要作用,但是,绝大多数区划是利用专家集成方法。尽管该方法具有一定实用性和可靠性,但是从严格的科学方法来说,该方法不具有重复性,基本上属于一种半定性的方法,难以对多种因素进行综合,因此建立科学的量化的区划方法已成为当前迫切需要解决的问题。本研究利用地理信息系统(GIS)技术对各生态环境问题及气候、地形的分布图进行空间分析,得出了各生态环境问题间空间相关性及其与气温、降水的空间相关性,在此基础上,将全国按生态环境敏感性划分为 7 个区。随着资料的积累和区划方法的不断成熟,将能够进行全国的生态环境敏感性多级区划。

参考文献

- [1] 冯宗炜,王效科. 全球和全国生态环境变化与林业的关系. 森林环境持续发展学术讨论会论文集. 盛伟彤,徐孝庆主编. 北京:中国林业出版社,1994. 5~10.
- [2] 国务院,全国生态环境规划.
- [3] 高德占. 加强领导,统一规划,综合治理,进一步开展我国治沙副业的新局面——在全国治沙工作会议上的讲话. 中国沙漠,1991, 11(4):9~16.
- [4] 田纪云. 全国第五次水土保持工作会议上的讲话. 中国水土保持,1992,(7):2~6.
- [5] 中国高等科学技术中心. 中国酸雨及其控制(1997年11月13~14日). 北京:中国高等科学技术中心,1997.
- [6] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查和动态研究. 北京:中国科学技术出版社,1996.
- [7] Renard M A, Laflen J M, Foster G R, et al. The revised universal soil loss equation. *Soil Erosion Research Method* (2nd), edited by R. Lal, Soil and Water Conservation Society and St. Lucie Press, Ankeny, IA, UAS, 1994.
- [8] 朱震达,陈广庭. 中国土地沙质荒漠化. 北京:科学出版社,1994.
- [9] Zhao Q and Zhu S. Improvement of salt-affected soil in China. in: *Proceedings of International Symposium Impacts of Salinization and Acidification on Terrestrial Ecosystem and Its Rehabilitation*, edited by N. Ogura, Sept. Fuchu, Tokyo, Japan, 1991. 26~28.
- [10] Tao F And Feng Z. Terrestrial ecosystem sensitivity to acid deposition in South China. *Air, Water, and soil pollution* 1999.
- [11] 任美铎,包浩生. 中国自然区域及开发整治. 北京:科学出版社,1992.