

土地盐碱荒漠化预警理论及实证研究

卞建民^{1,2}, 林年丰², 汤洁²

(1. 中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002;

2. 吉林大学环境与资源学院, 吉林 长春 130026)

摘要: 提出了土地盐碱荒漠化预警的概念, 建立了土地盐碱荒漠化预警理论。通过对盐碱荒漠化灾害成因系统的分析, 采用多目标模糊优选模型进行荒漠化预警研究, 为吉林省西部生态环境的保护和资源开发提供科学依据。

关键词: 盐碱荒漠化; 灾害系统分析; 预警

中图分类号: X825 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-2043(2003)02-0207-03

Precaution Theory and Study on Alkaline Desertification of Soil

BIAN Jian-min^{1,2}, LIN Nian-feng², TANG Jie²

(1. Geochemistry Institute of Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China; 2. College of Environment and Resource, Jilin University, Changchun 130026, China)

Abstract: The alkaline desertification due to soil alkalization and secondary alkalization has been expanded in time and space in our arid and semi-arid zone, which has been also regarded as a deeply influenced eco-environmental problem. In the paper, the authors put forwards the concept of alkaline desertification and set up a precaution theory. Based on the cause system on the disaster, a comprehensive precaution study has been done and the results reveal the precaution degree in quantitative and qualitative, it is useful to protect the environment and develop the resources.

Keywords: alkaline desertification; disaster system analysis; precaution

土地盐碱荒漠化预警是对一定区域范围内的土地盐碱化现状进行评价, 通过对灾害成因系统的分析, 对其发生、发展及造成的危害进行测度, 预报不正常状况的时空范围和危害程度, 对于已有的问题提出解决措施, 对即将出现的问题给出防范措施的报警调控系统。

吉林省西部环境条件恶劣, 年降水量为 400~500 mm, 蒸发量在 1 500 mm 左右, 干旱、大风、盐害、碱害及沙害交织出现, 相互叠加, 随区域生态环境的不断恶化, 各种环境问题日趋严重, 其中土地盐碱荒漠化影响最大。通过对荒漠化灾害程度的预警, 可以定性、定量、定位地反映荒漠化发生的可能性及其危害程度, 为保护生态环境提供科学依据。

1 土地盐碱荒漠化及其危害

土地荒漠化是指在干旱、半干旱或半湿润的气候条件下, 由于人类过度的开发活动, 破坏了脆弱的生态系统, 使土地贫瘠化、盐渍化、沙化、沙漠化, 改变了

土壤的物理结构及化学成分, 降低了土壤的养分, 使土地的生产力下降, 生物量锐减, 甚至变成不毛之地。

土地盐碱荒漠化不仅导致土地数量的减少和土地质量的降低, 影响植被的生长发育, 使作物减产, 而且影响整个生态系统的平衡, 造成区域水盐平衡的破坏, 对生物圈和生态平衡造成威胁。

2 灾害的成因系统分析

土地盐碱荒漠化灾害是一种缓变的生态地质环境灾害, 具有分布面积大、持续时间长、不易识别的特点, 是一种自然-人为综合作用的产物。

盐碱荒漠化灾害系统包括孕灾环境、致灾因子、承灾体和灾情 4 个子系统。孕灾环境子系统包括区域自然地理基本要素, 如地形、地貌、植被、土壤、水文、气象等的状况, 主要反映环境的稳定性; 致灾因子子系统指外界压力对荒漠化的影响, 包括区域内各致灾因子的强度、频度、影响范围等, 反映区域内致灾因子的风险性; 承灾体子系统包括区域内人口分布状况、生产力水平、经济水平以及防灾抗灾水平等状况, 它反映区域内承灾体的脆弱性状况。灾情子系统指盐碱荒漠化造成的环境、社会经济损失, 这里用荒漠化灾

收稿日期: 2002-05-20

基金项目: 国家自然科学基金项目资助(40072093 和 40273047)

作者简介: 卞建民(1968—), 女, 讲师, 博士后。

E-mail: bianjianmin@jlu.edu.cn

联系人: 林年丰

害的发展来体现。从系统论的观点看,孕灾环境、致灾因子、承灾体和灾害程度之间相互作用、相互影响、相互联系,形成一个具有一定结构、功能、特征的复杂体系。在盐碱荒漠化系统内,各子系统有其特殊的结构、功能及运动规律,彼此之间存在一定的相互作用,相互联系,构成了复杂的关联,具有一定的整体性。

3 灾害预警理论

由于灾害的发生和发展给人类带来巨大的损失,而且其发生具有一定的先兆,因此,可以通过预警研究对其进行监测、度量和分析,从而进行警情判定和警度预报,及时了解灾害的发展状态和危害程度,达到警示、规范人们行为之目的。

盐碱化具有较强的累积性,是自然过程和人类开发活动影响下长期沉淀的结果。人类在开发利用自然资源的过程中打破了原有生态系统的平衡,包括自然资源系统内部的平衡和自然资源系统与人类社会系统间的平衡,若控制不当则会造成系统的逆向演替。系统的变化有序化和优化两种发展方向,序化的系统不一定是最优的,而最优的必须是序化的。预警分析就是防止系统向无序化方向发展的重要工作内容,也是系统调控(序化和优化)的任务之一。

为满足预警评价的要求,我们首先建立预警评价的指标体系,然后制定预警的警限。其中警限的确定是预警的关键,其合理与否可直接影响预警的结果。

4 实证研究

吉林西部位于松嫩平原的西端,辖白城、松原两市,土地面积 47 075 km²,处于暖温带半干旱、半湿润气候的过渡带上。区内气候、植被、土壤等具有明显的过渡性,由东南向西北,降水量逐渐减少,蒸发量逐渐增大;原生自然景观由森林草原→草甸草原→干草原;土壤由黑土→淡黑钙土→风沙土、碱土。气候干旱多风、地表物质和土体结构疏松,加上人口增长及土地利用方式不合理等人为因素的破坏导致区内灾害种类多、危害重,以干旱、洪涝、风沙、地方病及土地荒漠化为最,灾害交叉叠置,严重阻碍了社会经济的发展,对生态、环境、经济造成了极大的破坏。

本区为半干旱大陆性气候区,受季风影响强烈,降雨量小,蒸发量大,从 20 世纪 50 年代以来的统计资料看,本区的气候有向干旱化发展的趋势,气候干旱加剧了土地盐碱化的发展。地表由第四纪冲积物构成,中部平原内,除松花江和嫩江外,尚有发源于周围

山地大小百余条无尾河向低平地漫散,平原沉积物质地粘重,渗透性差,水网又很不发达,水分长期停滞不能外流,可溶性盐类难以排泄。加之气候干旱,夏季蒸发量大,形成了土地盐碱化和星罗棋布的盐碱泡沼。平原周围的山地土壤母质多为玄武岩和花岗岩风化物,岩石组成中的 NaAlO₂、NaSiO₂ 及 NaHSiO₃ 等化合物,与水中的 H₂CO₃ 作用形成苏打,在强烈的蒸发作用下,地表水和潜水的苏打盐分逐渐聚集于土壤的表层,这一表生地球化学作用自晚更新世末期以来间断性的进行着,使东北平原低地中的表土富集了苏打盐分。表土中的苏打盐分被淋溶和被草吸收,使表土层脱盐,形成“暗碱土层”。在这一形成过程中,地下水起了重要作用,特别是在低洼、排水不良的地区,地下水的水平流动极其缓慢或近于“停滞”,导致了水中盐分浓度提高,当地下水位在临界深度以下,强烈蒸发使毛细管水将大量可溶性盐分从地下水输送到土壤表层。

另外,不合理的开发利用和经济落后也导致了碱质荒漠化的发生、发展。

预警研究按以下步骤进行:

建立预警指标体系 指标体系是进行预警的前提,合理的指标可以恰当地体现荒漠化灾害的危害,本文在灾害系统分析的基础上建立了预警指标体系,见图 1。

预警指标预测 在灾害程度预警指标体系中,由于自然环境因子在较短的时间内不可能发生明显的变化,因此,仅对可变的灾害发展程度、致灾因子、承灾体能力中的指标进行预测。灾害的发展程度具体表现在荒漠化面积的不断扩大,因此首先预测荒漠化的扩展面积,然后计算荒漠化面积的扩展速率。借助人工神经网络模型的优良模拟预测功能,预测不同程度盐碱化土地的面积。网络结构为输入层 7 层,分别包括降雨量、蒸发量、潜水埋深、潜水矿化度、灌溉面积、人口压力、牲畜压力;输出层为盐碱化土地面积;隐含层 15 层;网络结构表示为 7-15-1,见图 2。

致灾压力选用人口压力和牲畜压力来反映,分别采用常规的预测模型进行预测。承灾体能力用社会发展水平来表示。各项指标预测结果见表 1。

预警模型 选用多目标模糊优选模型进行预警,该模型具有良好的模拟功能,尤其对评价基准难以确定的问题更为适合。它只需将待评价的指标两头的基准固定,即可进行模拟。该模拟系统有由 n 个待优选的对象组成系统的优选集,有 m 个目标(指标)构成对优选对象进行评价的系统的目标集。首先建立系统

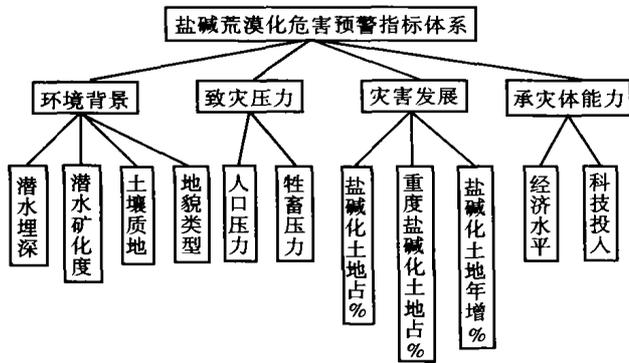


图 1 盐碱荒漠化灾害危害程度预警指标体系

Figure 1 Degree Precaution Index System of the soil alkaline desertification

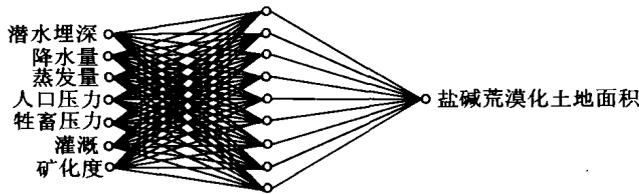


图 2 盐碱荒漠化土地面积人工神经网络预测结构

Figure 2 ANN forecast structure of the soil alkaline desertification

表 1 荒漠化灾害危害程度预警指标预测结果

Table 1 Result of the soil alkaline desertification disaster degree

县市代码	发展程度预测	承灾体预测		致灾因子预测	
1	30.89	1 500	50	40	3.55
2	6.23	1 600	50	40	3.44
3	21.69	1 500	40	35	1.98
4	21.56	2 000	50	40	4.07
5	19.32	2 500	40	32	2.68
6	52.19	1 500	40	32	1.03
7	8.32	1 500	50	40	8.27
8	10.93	2 000	50	40	3.80
9	21.84	2 000	50	40	3.89

注: 此表为 2005 年的预测结果, 发展程度预测指预测时段的盐碱荒漠化占土地面积的%; 承灾体预测指社会经济水平(元)、农业现代化水平(%)和科技投入(%); 致灾因子预测指人口压力指数。

的目标特征矩阵, 然后从系统中的 n 个优选方案中, 计算出隶属于最优方案和最劣方案的隶属度, 建立隶属度矩阵, 解出系统中方案对隶属度的最优值, 计算出基准的隶属度向量, 然后就可确定 u_j 所属的级别。权重的赋值直接关系到评价结果的可靠性。本次研究中所建立的指标体系既包含有定性指标, 又包含有定量指标, 是一个典型的半结构性决策问题, 确定半结构性问题指标权重的方法通常有三种, 即专家打分法、层次分析法和二元对比法, 这三种赋权方法的共性就在于都离不开专家的经验, 都需要领域专家的主观判断, 这里我们采用层次分析法。盐碱荒漠化预警警度分为无警、轻警、中警和重警 4 级。将预测数据带入多目标模糊优选模型, 确定本区土地盐碱荒漠化

危害程度预警指数。预警等级分级依据为, 预警指数 <0.30 无警, $0.30 \sim 0.40$ 轻警, $0.4 \sim 0.5$ 中警, >0.5 重警, 结果见图 3 所示。

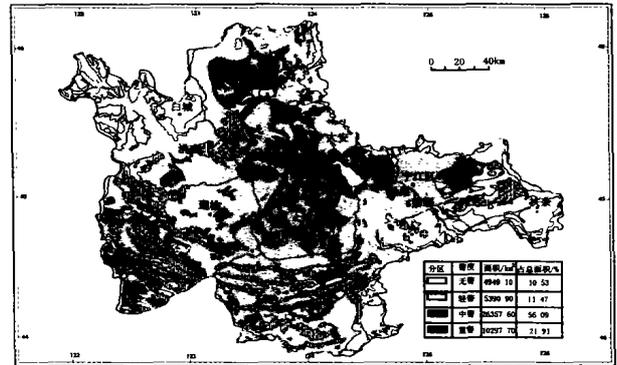


图 3 吉林西部土地盐碱荒漠化预警结果图

Figure 3 Result of the precaution on the soil alkaline desertification

荒漠化预警可以根据不同时段资料对区域土地盐碱化能否发生及其发生程度进行预报警告, 这种预报和警告可以落实到具体位置、空间分布和面积上。吉林西部盐碱荒漠化预警结果从预警结果图上可以看到, 区域无警区面积主要分布在通榆、长岭的沙丘、沙垄顶部、松花江沿江部分地段, 这些地段地下水埋藏较深, 地表径流通畅。轻警区主要分布在洮儿河沿岸、嫩江、松花江沿岸阶地、长岭县南部地段, 以及低山丘陵的洮南市、白城市西北部、前郭县的东南部、扶余的南部, 环境特征为地势较高, 水径流条件较好。中警区主要在洮南市的南部、前郭县的东部以及长岭县的北部, 地势低平, 径流不畅。重警区分布在镇赉县的中西部、大安市、乾安县和通榆县、长岭县的沙丘沙垄间洼地, 地势低洼、潜水埋藏浅, 排水条件差, 水流滞缓。2005 年以轻、中警为主, 2015 年则发展为中、重警为主, 其中大安、镇赉、乾安为重警, 应引起当地政府的重视, 及时调整生产。

参考文献:

- [1] 林年丰, 汤洁, 卞建民, 等. 东北平原环境演变与土地荒漠化研究[J]. 第四纪研究, 1999.
- [2] 林年丰. 第四纪地质环境的人工再造作用与土地荒漠化[J]. 第四纪研究, 1998, 2: 128 - 135.
- [3] 赵其国. 我国生态环境脆弱带环境灾变特征的初步研究[J]. 灾害学, 1991, 6(4).
- [4] 朱震达, 崔书红. 中国荒漠化土地分布地域特征及其治理措施的评估[J]. 中国环境科学, 1996, 16(5).
- [5] 陈隆亨. 我国土地荒漠化的治理[J]. 自然灾害学报, 1996, 5(1): 105 - 110.
- [6] 陈国阶. 对环境预警的探讨[J]. 重庆环境科学, 1996, 18(5).
- [7] 陈治谏, 陈国阶. 环境影响评价的预警系统研究[J]. 环境科学, 1992, 13(4).
- [8] Tang Jie, Lin Nianfeng. Some problems of ecological environmental geology in arid and semiarid areas of China[J]. Environmental Geology, 1995, 26: 44 - 67.