

# 基于 GIS 的甘肃省土地沙漠化敏感性评价

刘康<sup>1,2</sup>, 徐卫华<sup>2</sup>, 欧阳志云<sup>2</sup>, 王效科<sup>2</sup>

(1. 西北大学 环境科学系, 陕西 西安 710069; 2. 中国科学院 生态环境研究中心 系统生态重点实验室, 北京 100085)

摘要: 以甘肃省为对象, 选择了湿润指数、大风天数、土壤质地和冬春季地表植被覆盖度做为土地沙漠化敏感性评价因子, 采用地理信息系统技术进行土地沙漠化敏感性评价。并对单因子敏感性和综合敏感性的空间分布格局进行了分析, 结果表明河西地区以高度敏感为主, 陇中、陇东黄土高原以中度和轻度敏感为主, 祁连山地、陇南山地和甘南高原为轻度敏感或不敏感。

关键词: 土地沙漠化; 敏感性评价; 地理信息系统; 甘肃省

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2002)05-0029-03

中图分类号: P208; S288

## GIS-based Assessment on Sensitivity to Land Desertification in Gansu Province

LIU Kang<sup>1,2</sup>, XU Wei-hua<sup>2</sup>, OUYANG Zhi-Yun<sup>2</sup>, WANG Xiao-Ke<sup>2</sup>

(1. Department of Environmental Sciences, Northwest University, Xi'an 710069, China; 2. Department of Systems Ecology, Research Center for Eco-environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

**Abstract** As a case study in Gansu province, the damp index, days on strong wind, soil texture and vegetation cover in winter and spring in Gansu province on sensitivity to land desertification and their spatial heterogeneity are assessed based on GIS. The result indicates that high sensitive region in Hexi area, middle and light sensitive region in Longzhong and Longdong loess plateau, Qilian mountainous region, Longnan mountainous region and Gamnan plateau are light sensitive or non-sensitive area.

**Keywords** land desertification; assessment on sensitivity; GIS; Gansu province

土地沙漠化是指包括气候变异和人类活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和具有干旱的亚湿润地区的土地退化<sup>[1]</sup>。目前,地球上沙漠和沙漠化土地面积达 4 560.8 km<sup>2</sup>,占全球土地总面积的 35%,威胁到 100 多个国家和地区及 15% 的人口。中国北方地区的沙漠化土地面积达 3.00 × 10<sup>5</sup> km<sup>2</sup>,影响到 12 个省(区)的 212 个县(旗)的近 3.5 × 10<sup>7</sup> 人口,威胁着近 6.70 × 10<sup>6</sup> hm<sup>2</sup> 的耕地和草场。据调查,土地现代沙漠化成因中纯自然因素类型仅占 5.5%,其余均与人类不合理的土地开垦、过度放牧、樵采、水资源利用不当等有关<sup>[2]</sup>。开展区域土地沙漠化敏感性研究,了解其空间分布格局,对于开展区域生态环境分区管理,合理开发利用土地资源,控制沙漠化的发生、发展,以及区域的可持续发展具有重要的意义。

生态环境敏感性指生态系统对人类活动反应的敏感程度,用来反映产生生态失衡与生态环境问题的可能性大小<sup>[3]</sup>。沙漠化敏感性即指由于人类活动引起土地沙漠化的可能性大小,研究其敏感程度和空间分布,是实施生态环境分区管理的一个重要基础。

## 1 研究区概况

甘肃省地处西北内陆,地域狭长,其疆域包括传统上的陇东、陇中、陇南、甘南、河西地区及柴达木盆地西北部等区域,总土地面积 4.5 × 10<sup>5</sup> km<sup>2</sup>,其中干旱内陆区面积占全省总土地面积的 60%。由于气候干旱、多风,植被稀少,地表多沙质,以及长期的人类活动影响,甘肃省是中国沙漠和沙漠化土地面积分布较大的省份之一,在全国沙漠化土地面积排序中居第 4 位。沙漠化土地的发生区域主要在河西地区,陇中和陇东地区,甘南地区也有部分区,具有较大面积的分布,沙漠化直接涉及到 8 个地州市、25 个县市、200 多个乡镇<sup>[4]</sup>。

近 20 a 来,甘肃省沙漠化土地面积基本保持不变,但在局部却表现为沙漠化程度加剧的状况,如古浪、环县等地大面积土地风蚀沙化,石羊河流域地下水位下降,植被枯死,绿洲萎缩,沙漠扩张。开展土地沙漠化敏感性评价,为西部开发中该区生态环境保护与建设提供科学依据,已成为当务之急。

收稿日期: 2002-05-24

资助项目: 国家环保总局和中国科学院系统生态重点实验室资助项目

作者简介: 刘康(1963-),男(汉族),陕西咸阳市人,副教授。主要从事生态评价与规划、污染生态等研究与教学。电话(029)8302097。

E-mail: liukangs@public.xa.sn.cn

## 2 研究方法

### 2.1 土地沙漠化敏感性评价因子的选择

影响土地沙漠化的因素很多,张国平等研究表

明,区域土地沙漠化敏感性可以用湿润指数、土壤质地及起沙风的天数、冬春季地表植被覆盖度等来评价<sup>[5]</sup>,根据研究区的情况和评价要求,甘肃省土地沙漠化敏感性评价亦选用上述因子(表 1)

表 1 沙漠化敏感性评价指标及分级

指标	湿润指数	冬春季大于 6 m/s 大风天数	土壤质地	植被覆盖(冬春)	分级赋值(D)	分级标准(D <sub>s</sub> )
不敏感	> 0.65	< 10	基岩	茂密	1	1.0~2.0
轻度敏感	0.5~0.65	10~20	黏质	适中	3	2.1~4.0
中度敏感	0.20~0.50	20~40	砂质	较少	5	4.1~6.0
高度敏感	0.05~0.20	40~60	壤质	稀疏	7	6.1~8.0
极敏感	< 0.05	> 60	沙质	裸地	9	> 8.0

### 2.2 研究方法

采用地理信息系统技术建立甘肃省湿润指数、大风天数、土壤质地、植被覆盖度等因子的图形库和属性库,并依据表 1 的标准进行单因子敏感性评价。在此基础上,通过空间叠加分析获得甘肃省土地沙漠化敏感性综合评价图,以此为基础进行分析评价。

#### 2.2.1 单因子敏感性评价图形库和属性库建立

(1) 湿润指数  $I$ : 湿润指数的倒数为干燥度,它反映了一个区域热量和水分之间的相互作用关系。这里采用张宝堃等提出的干燥度的计算公式:

$$K = \frac{0.16 \sum t}{r}$$

式中:  $K$ ——干燥度;  $\sum t$ ——日平均气温  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  时期的稳定积温;  $\sum t$ ——数据来自甘肃省日平均气温  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  的积温图;  $r$ ——同时期的降雨量,因甘肃省日平均气温  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  的持续时间为 5—9 月,且全年降雨也集中在这几个月,因此可以采用 5—9 月份的降雨量之和来代替。根据公式可得到甘肃省各地的干燥度,将其换算为湿润指数,利用 ARC/INFO 地理信息系统软件,依据分级指标而得到甘肃省土地沙漠化敏感性分析——湿润指数评价图。

(2) 冬春季大于起沙风的天数  $W$ 。风力强度是影响风对土壤颗粒搬运的重要因素。风速只有在超过某一临界值的情况下才有可能吹扬和搬运土壤中的颗粒物至空中,根据大量的研究资料,砂质壤土的起沙风速为 6 m/s。并且冬春季节降雨量极少,干燥多风,选用冬春季大于 6 m/s 大风的天数这个指标来评价土地沙漠化具有很重要的意义。根据甘肃省冬春季大于 6 m/s 大风的天数图和表 1 的标准来划分甘肃省土地沙漠化敏感性分析——大风影响评价图。

(3) 土壤质地  $K$ 。不同粒度的土壤颗粒具有不同的抗剪切力,黏质土壤易形成团粒结构,抗剪切能力增强,相同条件下,沙质土壤的起沙速率大于壤质

土壤的起沙速率;砾质结构的土壤和戈壁土壤的风蚀速率小于沙地土壤的起沙速率;而基岩质地表的供沙率极低,对风蚀的影响不大。根据《甘肃省土壤图》以及《甘肃土种志》,找出不同质地土壤的分布,并依据表 1 的标准,作出甘肃土地沙漠化敏感性分析——土壤质地影响评价图。

(4) 植被覆盖  $C$ 。地表植被覆盖是影响沙漠化敏感性的一个重要因素,在水域、冰雪和植被覆盖度高的地区,不会发生土壤的沙漠化;相反,地表裸露,植被稀少,都会使土壤沙漠化的机会增加。尤其是冬春季节,地表的植被覆盖相对较少,因此,冬春季节的植被覆盖是评价沙漠化敏感性的又一重要指标。根据甘肃省植被图和生态环境现状调查的卫星遥感资料,可以作出甘肃省土地荒漠化敏感性分析——植被覆盖影响评价图。

2.2.2 沙漠化敏感性综合评价 甘肃省土地沙漠化敏感性评价是受以上多个因素的综合影响,考虑到上述因子对土地沙漠化影响均很重要,采用等权的方法,按下面的公式算出沙漠化敏感性综合指数,利用 ARC/VIEW 地理信息系统软件作出甘肃省沙漠化敏感性分布图(图 1)。沙漠化敏感性指数计算方法:

$$D_i = \sqrt[4]{(I_i \cdot W_i \cdot K_i \cdot C_i)} \quad (1)$$

式中:  $D_i$ —— $i$  空间单元沙漠化敏感性指数;  $I_i, W_i, K_i, C_i$ —— $i$  空间单元各因素的敏感性等级值。

## 3 甘肃省土地沙漠化敏感性评价

### 3.1 单因子敏感性评价

3.1.1 湿润指数对土地沙漠化敏感性的影响 土地沙漠化极敏感地区主要包括敦煌、安西、阿克塞西北部、肃北北部地区以及金塔北部地区;高度敏感地区包括阿克塞中部、玉门、金塔中部、南部至民勤北部一带,以及肃北;中度敏感区包括阿克塞中部靠南地区,肃南北部、酒泉南部、高台南端、临泽南部、张掖中部

山丹北部、永昌北部、民勤南部、武威北部至靖远、平川一带;轻度敏感区包括环祁连山边缘一带至陇中黄土高原中北部,陇东地区,陇南山地东部至白龙江流域;不敏感区包括祁连山中上部、陇中黄土高原中西部和甘南高原以及徽成盆地。它反映了各区域在水热条件组合下可能发生沙漠化的敏感程度。

3.1.2 大风天数对土地沙漠化敏感性的影响 风是沙粒搬运的主要动力,与沙漠化发展有密切关系,以冬春季 $\geq 6 \text{ m/s}$ 起沙风天数为指标的土地沙漠化极敏感地区主要分布在安西中部,金塔西部,景泰和古浪交界处的中部,会宁中部,以及玛曲和碌曲交界处

的中部,基本是甘肃省大风频率较高的地区;高度敏感地区包括肃北,安西大部分,敦煌北部,玉门北部和金塔北部,景泰和古浪交界处的中部,会宁中部,玛曲和碌曲交界处的中部,白银北部;中度敏感地区沿河西走廊西部的安敦盆地一直到东部的阿拉善、合黎山—龙首山山地,从民勤往南至白银,甘南高原的西南部和东北部地区,宕昌的北部地区;轻度敏感地区主要是苏干湖盆地,东阿尔金山至祁连山,陇东的西部,还有甘南高原东北部等一些地区;而不敏感地区分布在陇南山地的大部分,陇东东部,陇西黄土高原的北部、南部和中部。



a. 湿润指数影响; b. 大风天数影响; c. 土壤质地影响; d. 植被覆盖影响; e. 综合影响

图 1 甘肃省土地沙漠化敏感性综合评价图

3.1.3 土壤质地对土地沙漠化敏感性的影响 土地沙漠化极敏感区主要分布在地表为沙质和沙壤质的地区,如腾格里沙漠的边缘地带,肃北县北方部分的东南角,酒泉中部、东部,高台西部、东北部,临泽北部,阿克塞中部和肃北县南边部分;高度敏感区主要包括安敦盆地、祁连山山区、陇西黄土高原,陇东西部以及陇南山地的大部分地区;中度敏感区主要是河西走廊的北部、中部和东部,民勤的北部部分地区,还有陇东的子午岭,陇南山地南部边缘,甘南高原的东北部等;轻度敏感区主要是祁连山顶部,甘南高原的大部分,东阿尔金山部分;不敏感区主要有民勤北部部分地区,景泰的东北部、东部和南部,金塔的北部地区等,这些地区地表基本为石砾或裸岩。

3.1.4 地表植被覆盖情况对土地沙漠化敏感性的影响 以冬春季植被覆盖为指标的土地沙漠化极敏感地区主要是甘肃北部的河西走廊、北山地区、阿拉善高原大部分地区,这些地区基本属植被稀少的干旱荒漠;高度敏感区主要包括西祁连山、陇中黄土高原东北部的大部分地区;中度敏感区主要包括肃北的南部,酒泉大部分和肃南东北部、龙首山、陇中黄土高原东部,陇东黄土高原的西部等;轻度敏感区主要是祁连山的中部、南部,陇中黄土高原的中部、南部,陇南

山地的中部、北部,陇东的中东部,主要以农田或次生植被为主;不敏感区主要是植被保存较好的区域,如祁连山中部的部分地区,陇东的子午岭,陇南山地的南部、东部,甘南的大部分。

### 3.2 土地沙漠化敏感性综合评价及其空间格局

在 ARC/VIEW 地理信息系统软件下将上述各单因子进行空间叠加,根据公式(2)的计算结果,应用自然分界法获得土地沙漠化综合敏感性评价图<sup>[6]</sup>。甘肃省土地沙漠化敏感性分为 5 级,即极敏感、高度敏感、中度敏感区、轻度敏感和不敏感。甘肃省土地沙漠化极敏感区面积不大,主要分布在安西中部地区和肃北的东南角;高度敏感区分布面积大,主要包括河西走廊、北山的大部分地区,以及民勤的大部分地区;中度敏感区主要包括东阿尔金山、苏干湖盆地,肃北中部偏南部分,并沿东南方向,经过酒泉、高台、临泽和张掖的南部,山丹、永昌、武威和古浪的北部等,呈带状分布;轻度敏感区主要包括祁连山区,陇中黄土高原和陇南山地的大部分,陇东的北部、中部、南部,以及甘南的西倾山等部分地区;不敏感区主要包括陇东的子午岭,甘南的南部,夏河西南部、碌曲北部,卓尼南部、迭部北部,玛曲西南、南部等地(图 1)。

(下转第 35 页)

因此,水利工程移民安置过程中,在安排移民的同时,保护移民安置区的生态环境,防止土地荒漠化亦是需要优先考虑的问题。

### 3 结论及建议

黄河大柳树水利工程对于黄河流域水土资源的有效利用和库区、灌区群众生存条件的改善具有重要的作用和意义。但是,水利工程对生态与环境的影响亦不可忽视。工程移民对生态环境的影响是水利工程环境影响评价中的一个重要方面。

与其它大型水利水电工程相比,黄河大柳树水利工程的移民规模相对较小,但由于移民安置区本身就处于生态环境十分脆弱的过渡地带,人类的经济活动极易引发环境问题。本文主要分析了大柳树工程甘肃省  $6.45 \times 10^4$  的移民可能对安置区土地产生的压力。分析结果表明,当移民进入时,安置区土地的人口承载胁迫力增加了 3.90 倍。土地压力的增大,很可能导致对土地的过度开垦利用。尽管移民安置区将具有灌溉条件,但如果没有采取必要的措施,仍然可能导致土地沙漠化的发展和土壤盐渍化。为此,本文提出以下建议。

(1) 对移民安置区的土地开发必须符合自然条件和自然规律,不必全部开发为耕地。实际上,移民安置区土壤构成以沙质质地为主,在人类的扰动下容易

发生土壤粗化,一旦遭受风蚀,产生风沙活动,导致土地沙漠化。如果开发为灌溉草地,采取科学的放牧方式,必将持久地保护安置区的生态环境。

(2) 应用农业科学技术,提高土地的生产力,减缓土地压力。

(3) 在建设移民居住点、交通设施、工矿企业时,必须优先考虑环境保护问题,建立污染物处理设施,及时进行空地的绿化,这样既防止建设工地成为风沙活动的物质来源,也保证移民拥有良好的生态环境。

(4) 在移民安置区建设灌溉设施的同时,也应该建设排灌工程,防止土壤盐渍化。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 张有实. 关于黄河流域生态建设和水问题的思考 [C]. 见: 全国人口资源环境委员会主编: 西部大开发与水资源文集, 2000. 95-110.
- [2] 谢高地, 成升魁, 丁贤忠. 人口增长胁迫下的全球土地利用变化研究 [J]. 自然资源学报, 1999, 14(3): 193-199.
- [3] 梅成瑞. 宁夏土地资源生产力与人口承载力研究 [M]. 见: 中国土地资源生产力与人口承载力研究. 北京: 中国人民大学出版社, 1990. 1327.
- [4] 毛留喜, 等. 北方农牧交错带人口承载能力胁迫研究 [J]. 农业环境保护, 2000, 19(3): 137-140.
- [5] 朱震达. 中国沙漠. 沙漠化. 荒漠化及其治理的对策 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1997. 185-190.

(上接第 31 页)

#### 3.3 甘肃省土地沙漠化敏感性与现状比较

比较甘肃省土地沙漠化敏感性评价结果和沙漠化现状,可以看出土地沙漠化敏感性高的地区,基本上都是目前沙漠化严重的地区,如库穆塔格、北山地区、金塔、民勤等地都是这样。从宏观上看,土地沙漠化受自然因素影响较大,气候的湿润情况、土壤质地、大风的天数等都是自然因素,但植被生长和覆盖情况受人类活动的影响很大,局部地区的植被破坏必将诱发和引起沙漠化程度的加重,因此,保护和恢复这些地区的植被对于防治土地沙漠化具有重要的作用。

### 4 结 论

甘肃省土地沙漠化敏感区域主要分布在甘肃西北部干旱地区。其中,极敏感地区主要分布在河西的安西中部地区和肃北的东南部;河西走廊大部和甘肃省阿拉善高原地区为土地沙漠化高度敏感地区;祁连

山及其以南地区属于中度敏感、轻度或不敏感地区。在社会经济发展和生态环境建设中要特别注意对土地沙漠化敏感性高地区植被的保护。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] UN EP. Status of Desertification and Implementation of the UN Plan to combat Desertification [M]. Nairobi, 1992.
- [2] 朱震达, 等. 中国土地沙质荒漠化 [M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [3] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国生态环境敏感性及其区域差异研究 [J]. 生态学报, 2000, 20(1): 9-12.
- [4] 甘肃省土地管理局. 甘肃土地资源 [M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1999.
- [5] 张国平, 张增祥, 刘纪远. 中国土壤风力侵蚀空间格局及驱动因子分析 [J]. 地理学报, 2001, 56(2): 146-157.
- [6] (美) ERSI INC 著, 曲国胜, 等译. ArcView GIS 使用手册 [Z]. 北京: 地震出版社, 2000.