

西藏土壤侵蚀敏感性分布规律及其区划研究

钟祥浩,王小丹,李辉霞,范建容

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所,四川 成都 610041)

摘 要:西藏土壤侵蚀类型多样,其中水土流失、土地沙漠化、冻融侵蚀以及崩塌、滑坡和泥石流等侵蚀类型广泛分布,危害严重。本文对前三种土壤侵蚀类型敏感性特点及其分布规律进行了评价,在此基础上,作出了西藏土壤侵蚀敏感性综合区划,并对各分区主要特点作了简要的描述。为土壤侵蚀防治和生态环境保护与建设提供依据。

关键词:西藏;土壤侵蚀;敏感性;区划

中图分类号:S159

文献标识码:A

西藏地形复杂,气候多样,具有发生多种土壤侵蚀类型的自然环境条件。依据土壤侵蚀动力的差异,西藏主要土壤侵蚀类型可分为如下几种:水力侵蚀、风力侵蚀、冻融侵蚀和重力侵蚀。不同侵蚀动力作用下出现的水土流失、土地沙漠化、冻融滑塌以及崩塌、滑坡和泥石流等侵蚀类型在西藏广为分布,危害严重。不同土壤侵蚀类型的形成条件不同,因此,其侵蚀敏感性有明显的地域差异。对这些土壤侵蚀类型敏感性分布规律及其地域差异的研究,可为土壤侵蚀的防治和生态环境保护与建设提供依据。

1 研究方法

本文着重对水土流失、土地沙漠化和冻融侵蚀敏感性特点进行研究。

1.1 水土流失敏感性

影响水土流失的因素有:降雨、地形、土壤、植被和农业措施。后者是人为因素。水土流失敏感性评价实际上是不考虑人为因素下对容易产生水土流失区域的判别。为此,采用水土流失通用方式的思路,对前述 4 个自然侵蚀因素进行求积,其结果可以揭示不同地区水土流失敏感性程度。

1.1.1 水土流失敏感性分析

(1)降雨侵蚀因子(R)值计算

西藏气象站点及短历时雨强观测资料少,故采取如下方法计算 R 值:依现有气象站多年降雨资料,按周伏建建立的降雨侵蚀力计算公式计算各气象站点的 R 初始值。根据各站点的空间分布,结合内插法,完成各县 R 值的初始赋值,并生成西藏 R 值分布的初值图。在此基础上,以 R 初始值为底图,添加气候区划属性进行补充和修正,并在 Arcview 支持下完成西藏水土流失对降雨侵蚀力(R)敏感性单因素图。根据计算结果, R 值(单位: $\text{J} \cdot \text{cm}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)最高值出现在林芝地区,介于 1 106.7~2 233.3,最低值分布于阿里地区,介于 71.0~236.8。从西藏东南部向西北地区表现出由高到低的变化规律。依据西藏的实际情况,可分出如下敏感性级别:极敏感(1 445.8~2 233.3)、高度敏感(1 445.8~1 131.3)、中度敏感(1 131.3~876.5)、轻度敏感(876.5~494.7)和不敏感(494.7~71.0)。

(2)地形因子值计算

地形对水土流失的影响可通过坡度(S)与坡长(L)的乘积进行量化。西藏地域辽阔,地形十分复杂,大尺度下的 LS 值难于计算。为此,采用地形起

收稿日期(Received date):2003-11-30。

基金项目(Foundation item):西藏自治区生态功能区划研究项目支持(2001~2002)。[Supported by Tibet Autonomous Region Ecological Foundation Division Research(2001~2002).]

作者简介(Biography):钟祥浩(1942-),男,汉族,广东五华人,研究员。主要从事山地环境生态研究。[Zhong Xiang-hao (1942-), male, research professor, engaged in the research into mountain environment and ecology.]

伏度值来反映地形因素对水土流失敏感性的影响。计算方法,首先根据西藏的实际将水土流失对地形起伏度敏感性分为如下 3 个级别:极敏感(>500m)、高度敏感(500~300m)、中度敏感(300~100m)、轻度敏感(100~50m)和不敏感(<50m)。在此基础上,以西藏 1:100 万数字高程模型为基本信息源,通过 Arcview 编制出西藏水土流失对起伏度敏感性分布图。

(3) 土壤因子值(K)计算

根据西藏土壤分类资料,对主要土类 A 层和 B 层土壤可侵蚀性 K 值进行计算,以西藏土壤类型图作为工作底图,采用 Arcinfo 进行数字化,将计算的各土类 K 值连接到底图上,编绘土壤可侵蚀性 K 值分布图。结果表明,西藏土壤 K 值介于 0.2164~0.8991 之间。结合西藏的实际,将西藏水土流失对土壤敏感性分为如下 5 级:极敏感(0.4669~0.8991)、高度敏感(0.4669~0.4258)、中度敏感(0.4258~0.3604)、轻度敏感(0.3604~0.3609)和不敏感(0.3009~0.2164)。

(4) 植被覆盖因子(C)值计算

主要植被类型与植被指数有一定的相关性。西藏植被指数参照“中国夏季植被指数最大值合成影像”(数据时相为 2000 年),运用相关软件进行图像处理得到全区归一化植被指数 NDVI 影像图。结合西藏的实际,提出水土流失对植被敏感性等级

划分指标:极敏感(无植被的裸土),高度敏感(垫状稀疏植被、农耕地)、中度敏感(中山松林及铁、柏林、低山松林、灌丛)、轻度敏感(亚高山针叶林、草甸、沼泽)和不敏感(阔叶林、湖泊、冰川)。评价中参照植被指数影像图进行误差纠正,利用西藏植被图在 Arcview 中生成水土流失对植被的敏感性分布图。

1.1.2 水土流失敏感性综合评价

将前述水土流失敏感性单因子计算结果,用 Arcview 进行乘积运算,再运用自然分界法(Natural break)和定性分析相结合将乘积分为 5 级,即极敏感、高度敏感、中度敏感、轻度敏感和不敏感。在此基础上绘制出西藏水土流失敏感性分布图(见图 1)。ArcView 的这种分类法是利用统计学的 Jenk 最优化法得出的分界点,能够使各级的内部方差之和最小^[1]。

1.2 土地沙漠化敏感性分析

影响土地沙漠化因素主要有湿润指数、土壤质地、起沙大风天数、地表植被覆盖等。根据西藏实际,对国家环保总局颁布的《沙漠化敏感性分级指标》作相应的调整,调整结果见表 1。

采用 GIS 技术建立湿润指数、大风天数、土壤质地和植被覆盖 4 个单因子的图形库和属性库。按照表 1 标准进行单因子土地沙漠化敏感性评价。在此基础上,通过空间叠加分析得出西藏土地沙漠化敏感性分布图(见图 2)。

表 1 西藏土地沙漠化敏感性评价指标及分级

Table 1 An assessment indexes and grade of land desertification sensitivity in Tibet

| 指 标 | 湿润指数 | ≥8 级大风天数(d) | 土壤质地 | 植被覆盖 |
|------|-----------|-------------|-----------------------|-----------------------|
| 极敏感 | <0.10 | >60 | 参照前述土壤可侵蚀性 K 值分布图进行划分 | 参照前述植被覆盖因子 C 值分布图进行划分 |
| 高度敏感 | 0.1~0.20 | 40~60 | | |
| 中度敏感 | 0.20~0.50 | 40~20 | | |
| 轻度敏感 | 0.50~1.00 | 20~10 | | |
| 不敏感 | >1.00 | <10 | | |

表 2 西藏冻融侵蚀敏感性评价指标及分级

Table 2 An assessment indexes and grade of freezer and melt erosion sensitivity in Tebit

| 指 标 | 极敏感 | 高度敏感 | 中度敏感 | 轻度敏感 | 不敏感 |
|-----------|------|---------|---------|---------|------|
| ≥0℃ 天数 | >210 | 210~180 | 180~150 | 150~120 | ≤120 |
| 气温年较差(℃) | >24 | 24~22 | 22~20 | 20~18 | ≤18 |
| 年均降水量(mm) | >400 | 400~300 | 300~200 | 200~100 | ≤100 |
| 起伏度(m) | >500 | 500~300 | 300~100 | 100~50 | ≤50 |
| 赋 值 | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 |

1.3 冻融侵蚀敏感性分析

影响冻融侵蚀的因素主要有温度、降水和地形。根据西藏的实际,选取 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 天数、气温年较差、年均降水量和地形起伏度4个指标,并提出西藏冻融侵蚀敏感性评价指标分级(见表2)。

采用GIS技术建立 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 天数、气温年较差、年均降水量和起伏度单因子图形库和属性库。按照表2标准进行单因子冻融侵蚀敏感性评价。在此基础上,通过空间叠加分析得出西藏冻融侵蚀敏感性分布图(见图3)。

2 土壤侵蚀敏感性分布规律

2.1 水土流失敏感性分布规律

从图1看出,极敏感区主要分布于雅鲁藏布中下游沿江山地、喜马拉雅山北侧高原湖盆区、林芝地区的易贡藏布流域和藏东“三江”流域的河谷地带,总面积 12.63km^2 ,占自治区面积 10.5% 。高度敏感区域主要分布于藏东“三江”流域和藏东南的林芝地区的林芝、米林、朗县和工布江达以及山南地区的加查,总面积 10.9万 km^2 ,占自治区面积 9.1% 。中度敏感区主要分布于藏东南墨脱、隆子、错那等县南部、那曲地区东部怒江源以及雅鲁藏布江中游北侧山地,总面积 19.6万 km^2 ,占自治区面积 16.3% 。轻度敏感和不敏感区主要分布于藏北和藏西高原,前者总面积 28.5万 km^2 ,后者 48.6万 km^2 ,分别占自治区面积 23.7% 和 40.4% 。

上述分布规律有如下特点:①湿润的藏东南高山深谷区水土流失敏感性程度不是最高的,大部分地区处于中度敏感性水平。这与湿润地区良好植被覆盖有关,即使森林受到破坏,地表灌草生长快仍可降低水土流失敏感性;②半湿润的藏东“三江”流域、林芝地区尼洋河流域以及加查以下雅鲁藏布江中下游山地等地区,水土流失敏感性程度很高,是极敏感和高度敏感集中分布区。这与这些地区起伏度大和半湿润区森林植被破坏不易恢复和地表覆盖较差有密切关系;③半湿润的那曲地区东部,水土流失敏感性不高,这与地表起伏度小和高寒灌丛草甸覆盖度较好有关。④半干旱的藏南河谷湖盆山原区水土流失敏感性程度较高,其中极敏感区面积较大,这与这些地区起伏度较大,土壤质地较疏松,植被破坏难于恢复和目前地表覆盖差有密切关系。

2.2 土地沙漠化敏感性分布规律

从图2看出,土地沙漠化中度以上敏感区主要分布于藏北、藏西高原区以及藏南河谷湖盆山原区。在藏东及藏东南地区土地沙漠化敏感性程度很低。

土地沙漠化敏感性分布规律的基本特点:土地沙漠化高敏感区集中分布于半干旱和干旱气候区,

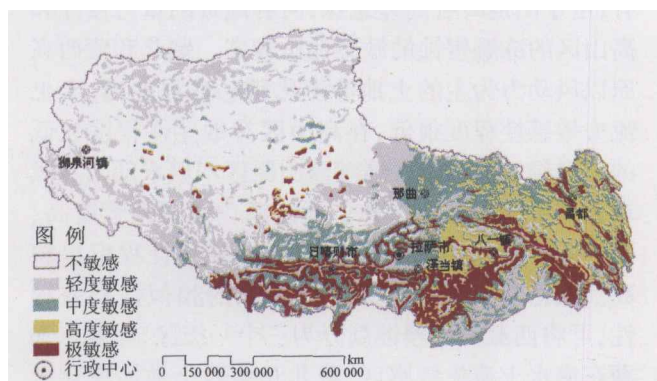


图1 西藏水土流失敏感性分布图

Fig. 1 Distribution map of water and soil loss sensitivity in Tibet

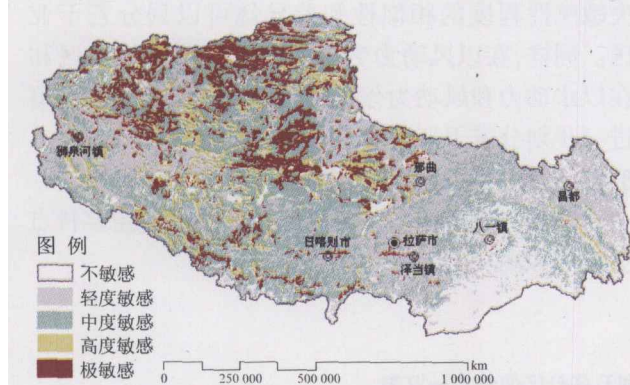


图2 西藏土地沙漠化敏感性分布图

Fig. 2 Distribution map of land desertification sensitivity in Tibet

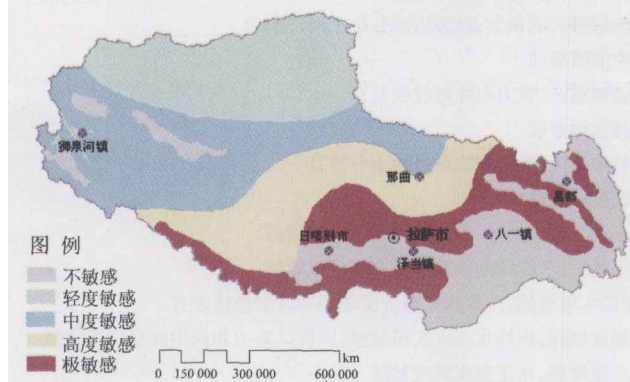


图3 西藏冻融侵蚀敏感性分布图

Fig. 3 Distribution map of freezer and melt erosion sensitivity in Tibet

在半湿润—湿润气候区土地沙漠化敏感性程度低。

2.3 冻融侵蚀敏感性分布规律

从图 3 看出,冻融侵蚀极敏感区主要分布于西藏东部和东南部的高山区,海拔一般为 4 600 ~ 4 900m。由藏东南往西北冻融侵蚀敏感性程度逐步降低。

冻融侵蚀敏感性分布规律有如下特点:①极敏感区集中分布于湿润—半湿润高山区;②高度敏感区基本上分布于半干旱的高山高原区;③中度和轻度敏感区集中分布于高原高山干旱区;④年均温 0℃ 高程线以下为冻融侵蚀非敏感区。

3 土壤侵蚀敏感性区划

通过上述三种土壤侵蚀敏感性分布规律的分析可以看出,水土流失高度敏感和极敏感区主要分布于藏东和藏东南半湿润—湿润区以及藏南半干旱区,这些地区同时还是极敏感冻融侵蚀的主要分布区;土地沙漠化高度敏感和极敏感区集中分布于藏北和藏西半干旱—干旱区以及藏南半干旱区,这些地区冻融侵蚀敏感性呈现出从东南往西北减弱的趋势。从这些特点中可以进一步看出,藏南地区既是水流失高敏感区,又是土地沙漠化和冻融侵蚀高敏感区,属于多种土壤侵蚀复合敏感区,具有明显不同于藏东南和藏西北土壤侵蚀敏感性特点,呈现明显的地域差异。这为西藏土壤侵蚀敏感性区划提供了

依据。

3.1 土壤侵蚀敏感性区划的原则

3.1.1 侵蚀动力的相似性和差异性原则

藏东和藏南山地以水动力为主的水土流失敏感性程度高,土地沙漠化敏感性程度很低,甚至没有;由于山地岭谷高差悬殊,河谷地带的重力侵蚀和高山区的冻融侵蚀的敏感性也较高。藏北和藏西高原以风动力为主的土地沙漠化敏感性程度高,水土流失敏感性程度很低,在高山区有敏感性程度较低的冻融侵蚀。藏南谷地湖盆山原区不但水动力和风动力为主的水土流失和土地沙漠化敏感性程度高,而且冻融力作用产生的冻融侵蚀敏感性程度也较高。根据土壤侵蚀动力组合特点的相似性和差异性,可将西藏土壤侵蚀划分为三个一级区,即藏东和藏东南水土流失敏感区,藏北和藏西土地沙漠化敏感区,藏南水土流失和土地沙漠化复合敏感区。

3.1.2 侵蚀敏感性程度的相似性和差异性原则

在以水动力为主的水土流失敏感区,依水土流失敏感性程度的相似性和差异性可以划分若干亚区。同样,在以风动力为主的土地沙漠化敏感区和在以水动力和风动力侵蚀兼有的复合敏感区,均可进一步划分若干亚区。

3.2 区划方案及分区的主要特点

西藏土壤侵蚀敏感性区划及各分区的主要特点见表 3 和图 4。

表 3 西藏土壤侵蚀敏感性区划及各分区的特点一览表

Table 3 Soil erosion sensitivity division and features of variant divisions in Tibet

| 一级区号 | 二级区号 | 名 称 | 主要特点 |
|------|------------------|-------------------|------------------------------------|
| I | | 藏东和藏东南水土流失敏感区 | 以水动力侵蚀为主,重力侵蚀作用强烈 |
| | I ₁ | 藏东“三江”流域亚区 | 水土流失高度敏感区面积大,极敏感区分布于河谷地带 |
| | I ₂ | 藏东南亚区 | 为水土流失中度敏感区 |
| | I ₃ | 雅江中下游沿江山地亚区 | 为水土流失极敏感区,重力和冻融侵蚀发育 |
| | I ₄ | 尼羊河流域亚区 | 为水土流失高度敏感区 |
| | I ₅ | 易贡藏布流域亚区 | 为水土流失极敏感区,重力和冻融侵蚀十分发育 |
| | I ₆ | 怒江源亚区 | 为水土流失轻度敏感区 |
| II | | 藏南水土流失和土地沙漠化复合敏感区 | 以风动力和水动力侵蚀为主,重力和冻融侵蚀较强烈 |
| | II ₁ | 雅江中游河谷—山地亚区 | 谷地沙漠化极敏感,沿江山地水土流失高度—极敏感 |
| | II ₂ | 藏南湖盆—山原亚区 | 湖盆、谷地沙漠化极敏感,山原水土流失极敏感和冻融侵蚀发育 |
| | II ₃ | 朋曲河流域亚区 | 谷地沙漠化高度敏感,山地水土流失极敏感,下游区重力和高山冻融侵蚀强烈 |
| | II ₄ | 雅江上游亚区 | 谷地沙漠化高度敏感,水土流失轻度敏感 |
| III | | 藏北和藏西土地沙漠化敏感区 | 以风动力侵蚀为主 |
| | III ₁ | 藏北高原中部亚区 | 土地沙漠化高度—极敏感,山地冻融侵蚀较强 |
| | III ₂ | 藏西高原北部亚区 | 土地沙漠化高度—极敏感 |
| | III ₃ | 藏西阿里南部高原—山地亚区 | 土地沙漠化敏感,山地冻融和重力侵蚀发育 |

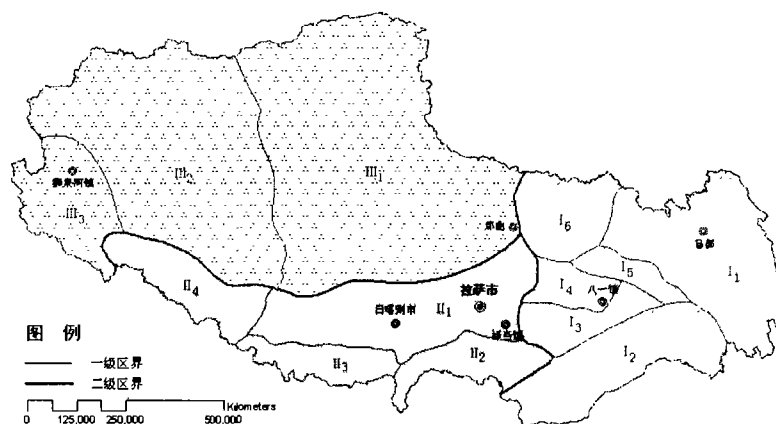


图4 西藏土壤侵蚀敏感性区划图

Fig. 4 Map of division of soil erosion sensitivity in Tibet

参考文献(References):

- [1] Wang Wanzhong, Qiao Juying. Quantitative assessment method of water and soil erosion factors in China[J]. *Water and soil conser-*

vation Bulletin, 1996, 16(5), 1~20. [王万忠,焦菊英. 中国水土侵蚀因子定量评价方法[J]. 水土保持通报, 1996,16(5):1~20.]

Study of Soil Erosion Sensitivity Distribution Law and Division in Tibet

ZHONG Xiang-hao, WANG Xiao-dan, LI Hu-xia, FAN Jian-rong

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences and
Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041 China)

Abstract: Soil erosion types in Tibet are various, of which water and soil loss, land desertification, freezer and melt erosion, landslide and debris flow et al. are extensively distributed, and their harms are very serious. In this paper sensitive characteristics and distribution law of water and soil loss, land desertification, freezer and melt erosion are assessed. Comprehensive division for soil erosion in Tibet is made, and main features of the divisions are described.

Key words: Tibet; soil erosion; sensitivity division