

文章编号:1672-9250(2006)04-0036-05

贵州省碳酸盐岩地区土壤允许流失量的空间分布

李阳兵¹,王世杰²,魏朝富³,龙健¹

(1. 贵州师范大学地理与生物科学学院, 贵州 贵阳 550001; 2. 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; 3. 西南大学资源环境学院, 重庆 400716)

摘要: 根据决定上覆土层厚度的碳酸盐岩建造中的泥质含量, 贵州碳酸盐岩地区的岩石组合类型可分为连续性碳酸盐岩组合、碳酸盐岩夹碎屑岩组合、碳酸盐岩与碎屑岩互层组合, 按贵州碳酸盐岩的风化溶蚀速率平均值 49.67 mm/ka 计算了碳酸盐岩不同岩石组合类型的成土速率, 并以此作为相应岩石类型地区的土壤允许流失量。连续性碳酸盐岩组合地区土壤允许流失量小于 6.84 t/(km²·a), 为土壤侵蚀极度敏感区; 碳酸盐岩夹碎屑岩组合地区土壤允许流失量小于 45.53 t/(km²·a), 为土壤侵蚀重度敏感区; 碳酸盐岩与碎屑岩互层组合地区土壤允许流失量小于 103.46 t/(km²·a), 为土壤侵蚀中度敏感区。说明贵州碳酸盐岩地区的土壤侵蚀分级标准存在空间分异。强度石漠化主要分布在土壤允许流失量小于 6.84 t/(km²·a) 的连续性碳酸盐岩地区, 尤其是连续性石灰岩地区分布最广。

关键词: 土壤允许流失量; 碳酸盐岩地区; 贵州省

中图分类号: X144; S158.1

文献标识码: A

土壤允许流失量 (Soil Loss Tolerance) 指每年每单位面积上可允许的最大土壤流失量, 单位常用 t/(km²·a) 表示。世界上对制定土壤允许侵蚀量较为公认的三大因素是成土速度、土壤肥力和作物生产力, 从理论上讲, 土壤允许流失量是土壤流失速率与基岩风化成土速率基本平衡时的土壤流失量。国内对土壤允许流失量进行了较广泛的研究^[1-2]。在岩成土壤地区, 母岩风化剥蚀速率的大小直接影响土壤的发育^[3], 确定土壤允许流失量必须参考母岩风化剥蚀速率, 要维持土壤的正常发育, 则应使土壤的流失速率与母岩的风化剥蚀速率相近似, 否则就会出现土壤贫瘠化。

碳酸盐岩风化成土作用是我国南方岩溶地区土壤资源的一种重要的成土机制^[4], 也是真正的成土机制^[5], 岩溶地区土壤侵蚀的严重程度在很大程度上取决于特定地质环境背景下的成土速率。岩溶地区的成土速率, 与岩溶发育的物质基础——碳酸盐岩沉积建

造中的酸不溶物含量密切相关, 可以根据碳酸盐岩地区的溶蚀成土速率来确定碳酸盐岩地区的土壤允许流失量。贵州省碳酸盐岩空间分布变化较大, 且存在碳酸盐岩与碎屑岩互层、夹层的组合变化, 相应碳酸盐岩地区的土壤允许流失量也应存在较大的空间变化。因此, 本文以不同岩性的空间分布为基础, 定量研究贵州省土壤允许流失量的空间分布。

1 研究方法

1.1 岩性划分方案

选择碳酸盐岩建造中的泥质含量作为岩石组合类型的划分指标^[6]。按不同岩层组岩石化学成分的差异、碳酸盐岩与碎屑岩在地层中的厚度差异及组合特征, 贵州碳酸盐岩地区的岩石组合类型可分为三大类:

(1) 连续性碳酸盐岩组合: 碳酸盐岩含量 > 90%, 酸不溶物平均含量小于 10% (按 5% 计算), 无明显碎屑岩夹层; 根据成分的不同, 分为三个次一级亚类: 连续性石灰岩组合, 连续性白云岩组合, 以及白云岩、石灰岩混合组合。

(2) 碳酸盐岩夹碎屑岩组合: 碳酸盐岩含量约为

收稿日期: 2006-05-10; 修回日期: 2006-09-14

基金项目: 教育部“新世纪优秀人才支持计划”(NCET-05-0819); 贵州省基金(黔科合 J 字(2005)2077 号); 国家自然科学基金(40361004)

第一作者简介: 李阳兵(1968—), 男, 博士后, 教授, 研究方向为土地资源与生态环境治理。E-mail: li-yapin@sohu.com

70%~90%(按 80% 计算),酸不溶物平均含量在 10%~30%(按 20% 计算),存在明显的碎屑岩夹层;根据成分,分为灰岩夹碎屑岩和白云岩夹碎屑岩两类。

(3)碳酸盐岩与碎屑岩互层组合:碳酸盐岩与碎屑岩彼此互层且厚度相当,含量分别为 30%~70%(按 50% 计算)和 70%~30%(按 50% 计算),包括灰岩与碎屑岩互层和白云岩与碎屑岩互层,酸不溶物平均含量按 50% 计算。

1.2 不同岩性的成土速率计算

红枫湖流域化学侵蚀速率可能达 0.05 mm/a^[7],在舞阳河流域碳酸盐岩风化速率为 57 mm/ka,乌江流域次之为 49 mm/ka,清水江流域为 43 mm/ka^[8]。贵州碳酸盐岩的风化溶蚀速率按上述四个流域平均值 49.67 mm/ka 计算;岩石密度石灰岩按方解石(密度为 2.72 t/m³)和白云石(密度为 2.85 t/

m³)计算,其它岩石成土速率以 200 t/(km²·a) 计算。以成土速率作为相应岩石类型地区的土壤允许流失量。

2 结果分析

2.1 岩性的空间分布

碳酸盐岩出露面积占贵州省土地总面积的 62.13%。连续性灰岩和灰岩与碎屑岩互层在全省所有碳酸盐岩类中所占比例最大,分别为 28.04% 和 23.06%;白云岩类中也以连续性白云岩在碳酸盐岩中比例最高,为 21.01%;灰岩夹碎屑岩占碳酸盐岩的 17.68%。白云岩类中分布比例占第二位的白云岩夹碎屑岩占碳酸盐岩总面积的 6.59%;白云岩与碎屑岩互层在碳酸盐岩中比例最小,为 0.25%;混合岩类占碳酸盐岩面积的 3.37%(图 1)。

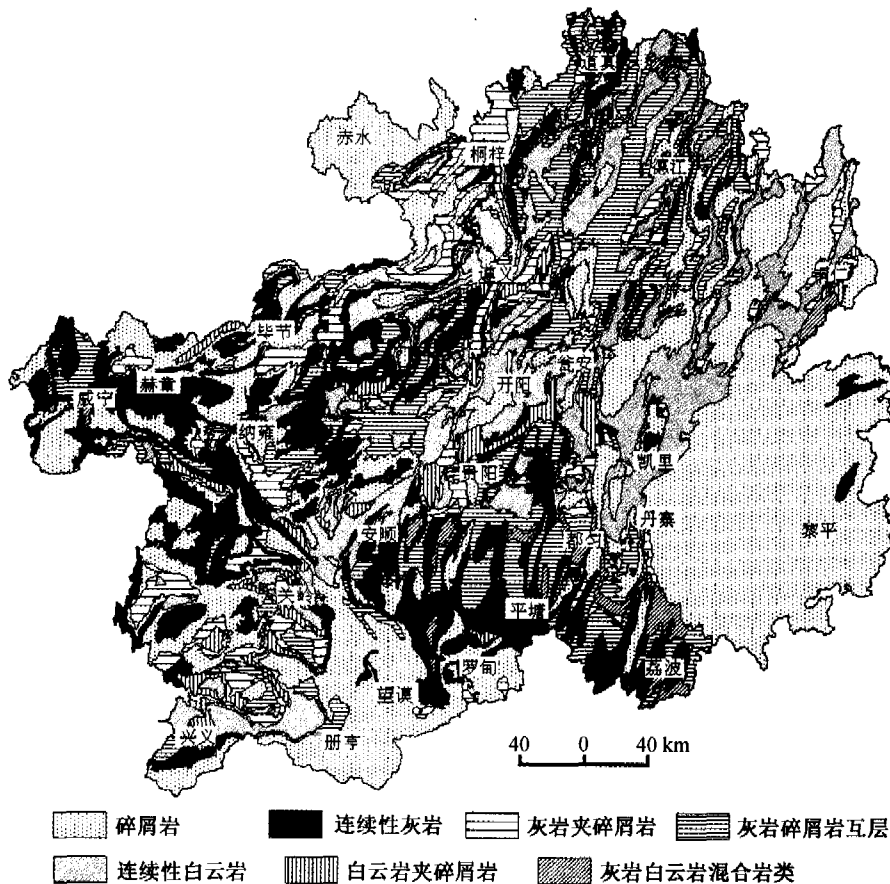


图 1 贵州省岩性的空间分布

Fig. 1. Spatial Distribution map of rock types in Guizhou Province.

2.2 碳酸盐岩地区的土壤允许流失量

根据碳酸盐岩不同组合中酸不溶物的平均含量和贵州碳酸盐岩的平均风化溶蚀速率计算碳酸盐岩地区的土壤允许流失量。结果表明,连续性碳酸盐岩组合中土壤允许流失量分别为:连续性石灰岩组合分布区域为 $6.75 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 、连续性白云岩组合分布区域为 $7.08 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,白云岩、石灰岩混合组合以连续性石灰岩组合和连续性白云岩组合成土速率的平均值计算为 $6.92 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

碳酸盐岩夹碎屑岩组合中灰岩夹碎屑岩分布区域的土壤允许流失量为 $45.40 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,白云岩夹碎屑岩分布区域的土壤允许流失量为 $45.66 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

碳酸盐岩与碎屑岩互层组合中,灰岩与碎屑岩互层分布区域的土壤允许流失量为 $103.38 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,白云岩与碎屑岩互层分布区域的土壤允许流失量为 $103.54 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

2.3 土壤允许流失量的空间分布

根据贵州省碳酸盐岩地区的土壤允许流失量的高低,可把贵州省碳酸盐岩地区土壤侵蚀敏感性分为三类:

(1)土壤允许流失量极低,小于 $6.84 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

a),分布于连续性碳酸盐岩组合中,为土壤侵蚀极度敏感区;

(2)土壤允许流失量小于 $45.53 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,分布于碳酸盐岩夹碎屑岩组合中,为土壤侵蚀重度敏感区;

(3)土壤允许流失量小于 $103.46 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,分布于碳酸盐岩与碎屑岩互层组合中,为土壤侵蚀中度敏感区。

其中土壤允许流失量小于 $6.84 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 的土壤侵蚀极度敏感区面积占全省土地总面积的 32.57% ;主要连片分布于黔西北、黔南和黔西南一带地区,以及安顺、贵阳、遵义和黔东北地区(图2)。

土壤允许流失量小于 $45.53 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 的土壤侵蚀重度敏感区面积次之,占到全省总面积的 15.08% ;主要有分布于铜仁—玉屏—凯里—丹寨一线以西以南,贵阳市以北,以及黔北、黔东北一带,在荔波、独山、平塘、都匀等县市也有分布。

土壤允许流失量小于 $103.46 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 的土壤侵蚀中度敏感区面积占到全省总面积的 14.48% 。广泛分布于遵义地区及黔西南的毕节、纳雍、兴仁一线以东与瓮安、修文、安顺、贞丰一线之间,在黔北、黔东北也分布。

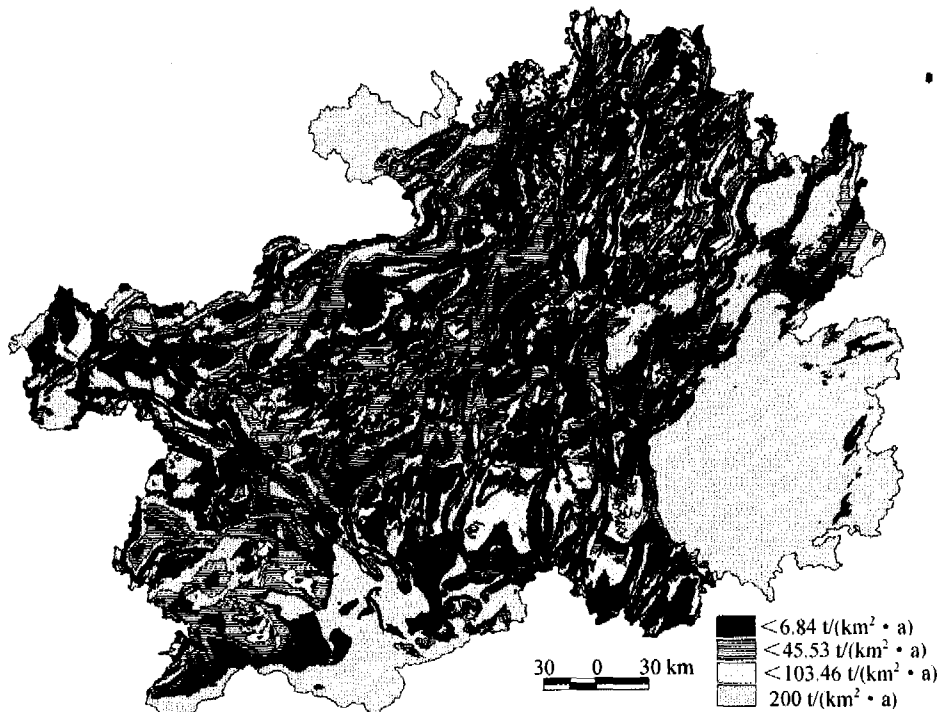


图2 贵州省碳酸盐岩地区土壤允许流失量的空间分布

Fig. 2. Spatial Distribution map of soil loss tolerance in carbonate area in Guizhou Province.

3 讨论

3.1 土壤侵蚀标准的空间分异

按水利部的传统标准,喀斯特地区水土流失的强度与碎屑岩地区相比并不是很严重,以轻度和中度为主,但喀斯特地区土壤侵蚀以轻度侵蚀为主是由于受土壤限制^[9],极端状况就是裸岩上基本没有土壤侵蚀发生。喀斯特地区土壤侵蚀的绝对量小,但土壤侵蚀程度往往是非常严重的。

部分学者对喀斯特地区土壤侵蚀分级标准进行了修订(表1),能比较合适的评估石漠化严重地区的土壤侵蚀现状和程度,但仍不够完备。因为不同区域土壤侵蚀严重程度的比较与具体区域环境状况有关,某些土层瘠薄的地区,如连续性碳酸盐岩组合,很低的土壤侵蚀量也可在短时期内酿成严峻的生态问题,说明土壤侵蚀分级标准存在空间分异。表1根据岩性组合对土壤侵蚀分级标准进行了进一步划分。

表1 喀斯特区土壤侵蚀分级

Table 1. Soil erosion classification in karst mountains

土壤侵蚀模数	微度侵蚀	轻度侵蚀	中度侵蚀	强度侵蚀	极强度侵蚀	剧烈侵蚀	分级指标方案提出者
广西	68	68~100	100~200	200~500	>500		柴宗新 ^[10]
西畴西部	<46	46~230	230~460	460~700	700~1 300	>1 300	陈晓平 ^[11]
连续性碳酸盐岩组合	<7	7~45	45~103	>103			
贵州 碳酸盐岩夹碎屑岩组合	<45	45~100	100~200	200~500			本文
碳酸盐岩与碎屑岩互层组合	<103	103~200	200~500	>500			

3.2 土壤允许流失量与石漠化空间分布的关系

贵州省碳酸盐岩地区土壤允许流失量的空间分布与碳酸盐岩地区不同等级的石漠化空间分布叠加对比表明,连续性碳酸盐岩组合的中度石漠化和强度石漠化比例都大于其它所有岩类,强度石漠化尤为明显;强度石漠化主要分布在土壤允许流失量小于 $6.84 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 的连续性碳酸盐岩地区,尤其是连续性石灰岩地区分布最广。随着碳酸盐岩岩层中碎屑岩含量的增加,石漠化发生率也逐渐降低。其本质原因在于不同组合的碳酸盐岩分布地区的土壤允许流失量不同,生态脆弱性和敏感性不同。在连续性碳酸盐岩组合分布区,土壤允许流失量极低,人为的加速土壤侵蚀极易引起石漠化。需要指出的是,岩溶地区土壤侵蚀是与第四纪生态环境的演变、与土地利用景观演化紧密联系的,现代侵蚀是自然侵蚀和人为加速侵蚀的综合作用过程,森林砍伐导致了岩溶环境中广泛分布的土层在相对短时期内的侵蚀^[12]。

岩夹碎屑岩组抗风化剥蚀的性能总体上比较弱,所以在地貌上多为轮廓较浑圆的山丘、岗地和山间谷地。即使仍用水利部的传统标准对水土流失强度进行划分,连续性碳酸盐岩组合侵蚀强度多属微度或轻度,但已开垦的山坡,可达中度至强度。其特点是植被一经破坏,侵蚀强度将急剧加大,而且裸露地面越来越广(石漠化),潜在危险性极大;碳酸盐岩与碎屑岩互层、夹层组合水土流失强度一般为中度^[14]。目前贵州喀斯特山区的土壤侵蚀强度已超过了贵州碳酸盐岩地区的土壤允许流失量。因此,考虑到贵州喀斯特山区的土壤侵蚀程度和石漠化的防治,贵州碳酸盐岩地区的土壤允许流失量可能要更低。

3.3 考虑土壤流失现状的土壤允许流失量的空间分布

目前贵州省喀斯特山区平均土壤侵蚀模数为 $237.3 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ^[13]。对于连续性纯碳酸盐岩组地貌上形成峻峭的山丘及洼地沟谷,地面多石沟、石芽,土壤除地表流失外,还经溶洞、暗河流失;碳酸盐

4 结论

本文按贵州碳酸盐岩的风化溶蚀速率平均值 $49.67 \text{ mm}/\text{ka}$ 计算了碳酸盐岩不同岩石组合类型的成土速率,并以此作为相应岩石类型地区的土壤允许流失量。连续性碳酸盐岩组合地区土壤允许流失量小于 $6.84 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,为土壤侵蚀极度敏感区;碳酸盐岩夹碎屑岩组合地区土壤允许流失量小于 $45.53 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,为土壤侵蚀重度敏感区;碳酸盐岩与碎屑岩互层组合地区土壤允许流失量小于 $103.46 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,为土壤侵蚀中度敏感区。说明贵州碳酸盐岩地区的土壤侵蚀分级标准存在空间分异。

参 考 文 献

- [1] 刘东生. 黄土与环境[M]. 北京: 科学出版社, 1985
- [2] 陈奇伯, 王克勤, 齐实. 半干旱黄土丘陵区坡耕地土壤容许流失量研究[J]. 水土保持通报, 2003, 23(4): 1-4
- [3] 张丽萍, 杨达源, 朱大奎. 母岩的风化剥蚀速率与土壤容许流失量的关系—以长江三峡坝区风化花岗岩土壤为例[J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12(4): 382-387
- [4] 王世杰. 碳酸盐岩风化成土作用的初步研究[J]. 中国科学(D辑), 1999, 29(5): 442-449
- [5] 徐则民, 黄润秋, 唐正光, 等. 中国南方碳酸盐岩上覆红土形成机制研究进展[J]. 地球与环境, 2005, 33(4): 29-36
- [6] 李瑞玲, 王世杰, 周德全, 等. 贵州岩溶地区岩性与土地石漠化的空间相关分析[J]. 地理学报, 2003, 58(2): 314-320
- [7] 白占国, 万国江. 贵州碳酸盐区域的侵蚀速率及环境效应研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(1): 1-7, 46
- [8] 韩贵琳, 刘丛强. 贵州喀斯特地区河流的研究—碳酸盐岩溶解控制的水文地球化学特征[J]. 地球科学进展, 2005, 20(4): 394-406
- [9] 吴秀芹, 蔡运龙, 蒙吉军. 喀斯特山区土壤侵蚀与土地利用关系研究—以贵州省关岭县石板桥流域为例[J]. 水土保持研究, 2005, 12(4): 46-48, 77
- [10] 柴宗新. 试论广西岩溶区的土壤侵蚀[J]. 1989, 山地研究, 7(4): 255-259
- [11] 陈晓平. 喀斯特山区环境土壤侵蚀特性的分析研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1997, 13(4): 31-36
- [12] Drew D P. Accelerated soil erosion in a karst area: The Burren, western Ireland[J]. Journal of Hydrology, 1983, 61(1-3): 113-124
- [13] 杨广斌. 基于网格数据的喀斯特山区土壤侵蚀研究[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2004
- [14] 安裕伦, 蔡广鹏, 熊书益. 贵州高原水土流失及其影响因素研究[J]. 水土保持通报, 1999, 19(3): 47-52

THE SPATIAL DISTRIBUTION OF SOIL LOSS TOLERANCE IN CARBONATE AREA IN GUIZHOU PROVINCE

LI Yang-bing¹, WANG Shi-jie², WEI Chao-fu³, LONG Jian¹

(1. School of Geography and Biology Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang 550001; 2. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Geochemistry Institute of Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002; 3. College of Resources and Environment, Southwest Agricultural University, Chongqing 400716)

Abstract

According to the amount of argillaceous material in formations that determines the surface soil thickness, the petrologic assemblages in carbonate area in Guizhou Province can be divided into three types: homogenous carbonate rock, carbonate rock intercalated with clastic rocks, and carbonate/clastic rock alternations. With the average weathering dissolving rate of carbonate rocks in Guizhou being 49.67 mm/ka, the pedogenesis rates of different petrologic assemblages in carbonate area have been calculated and used as the value of soil loss tolerance in carbonate areas. The soil loss tolerance in homogenous carbonate rocks area is lower than 6.84 t/(km² · a), 45.53 t/(km² · a) in carbonate rock intercalated with clastic rock areas and 103.46 t/(km² · a) in carbonate/clastic rock alternations areas. Therefore, this three area are utmost sensitive, severe sensitive and moderate sensitive to soil erosion separately in these carbonate areas. As a result, there exists a spatial heterogeneity of the classification indices for soil erosion intensity in carbonate areas of Guizhou Province. Karst rocky desertification is predominately distributed in homogenous carbonate assemblages whose soil loss tolerance is lower than 6.84 t/(km² · a), especially, in homogenous limestone assemblage.

Key words: soil loss tolerance; carbonate rock area; Guizhou Province