

西藏自治区土壤侵蚀类型研究

刘淑珍¹, 张建国², 辜世贤¹

(1. 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; 2. 南通大学, 江苏 南通 226007)

摘 要: 西藏自治区地域辽阔, 地势高亢, 土壤侵蚀类型复杂多样。根据调查和研究, 在论述了西藏自治区土壤侵蚀环境背景以及土壤侵蚀营力作用的基础上, 归纳总结了西藏土壤侵蚀类型的特征, 重点论述了冻融侵蚀类型分布范围、强度, 评价指标体系及分布规律, 为西藏水土保持生态建设提供一定的科学依据。

关键词: 西藏; 土壤侵蚀; 冻融侵蚀

中图分类号: S157

文献标识码: A

西藏自治区位于我国西南边陲, 是青藏高原的主体, 平均海拔高度 4 000 m 以上, 形成了独特的中低纬度的高寒环境。由于地域辽阔, 区域生态环境差异明显, 形成土壤侵蚀类型复杂多样, 区域间土壤侵蚀类型组合及强度各具特色。因此研究西藏自治区土壤侵蚀类型时空分布规律, 对该区水土流失治理和退化生态环境修复具有重要的科学价值和实际意义。

1 土壤侵蚀环境背景特征

1.1 地表形态特征

西藏高原在其漫长的地质发育过程中, 既经历了多次强烈的造山运动, 同时又遭受了强烈的外营力作用, 形成既有高亢高原、高大山脉, 又有高原湖盆、宽谷盆地和高山深谷等复杂特殊的地貌环境。根据西藏境内地势变化、地貌形态和地貌类型组合特征, 可将西藏地貌环境划分为四大类型:

1.1.1 高原

由许多起伏和缓的山地和宽谷湖盆构成的波状起伏的高原面, 高原面地势由西北向东南倾斜, 海拔高度 5 500 ~ 4 000 m, 高原内部受到轻微切割, 但保存完整。

1.1.2 山地

在巨大的高原面上及边缘分布有一系列绵延耸立的巨大山脉, 相对高差悬殊, 坡度陡峻, 形态各异, 有东西向的昆仑山、唐古拉山、喀喇昆仑山、冈底斯山—念青唐古拉山、喜马拉雅山等, 南北向的有横断山, 海拔高度从 8 000 m 到藏东南的几百米, 有极高山、高山、中山、低山等各种山地类型。

1.1.3 平原

雅鲁藏布江中游及其支流年楚河、拉萨河、尼洋河等中下游宽谷平原及藏南藏北高原湖泊的湖滨平原。

1.1.4 狭谷

藏东南分布有一系列深切河谷和峡谷, 著名的雅鲁藏布大峡谷, 迫龙藏布大峡谷, 三江大峡谷, 山峰高出江面 2 000 ~ 6 000 m 不等, 山谷坡陡峻, 常形成干旱河谷。

1.2 地表物质特征

西藏自治区是目前我国新构造运动强烈的区域之一, 地表断裂带广布, 特别是高海拔地区, 基岩因强烈冻融作用而破碎。在不同地貌部位其地表物质有明显差异。

1.2.1 高海拔山地

海拔 4 000 m 以上的山地由于强烈冻融作用, 基岩破碎, 在重力作用下堆积于山坡中下部形成倒石堆、碎屑坡(裙), 物质粒径大小不等, 细粒物质在

收稿日期(Received date): 2006 - 07 - 19。

作者简介(Biography): 刘淑珍, 女, 大连人, 研究员, 博导。从事遥感技术在自然地理学的应用研究 [Liu Shuzhan, female, born in Dalian of Liaoning province, Professor. E-mail: shzliu@imde.ac.cn]

夏季雨水及春季冰雪融水侵蚀作用下进入河流。

1.2.2 河流宽谷

雅鲁藏布江干支流中下游河谷宽阔,夏季洪水季节大量泥沙进入江河,枯季河水减小,河床两侧大量冲积物出露,冲积物含大量沙物质为风蚀作用创造了有利条件。

1.2.3 湖盆

藏北、藏南湖盆广为分布,由于湖盆不断萎缩,湖滨沙质沉积物出露为风蚀沙化提供了大量沙物质。

1.3 土壤侵蚀营力和作用特征

西藏自治区地域辽阔,气候类型复杂,几乎包涵了全球陆地上所有的土壤侵蚀营力及其作用,简述如下:

1.3.1 水力侵蚀作用

西藏自治区降水自东南向西北减少,东南部低山河谷区平均降水量在4 000 mm以上,是我国降水量最多的地区之一,向西北逐渐减少,藏北高原为100~500 mm,最小不足100 mm,降水不仅地区差异明显,而且季节分配不均,雨季旱季分异明显,喜马拉雅山南坡雨季降水量占年降水量50%以上,高原内部雨季降水量占年降水量90%左右,雨季降水多对地表形成强烈侵蚀。另外由于地形复杂,在西藏受局地地貌影响常形成点暴雨,引发山洪及泥石流等复合侵蚀类型。

1.3.2 风力侵蚀作用

西藏自治区不仅大风多、强度大,而且连续出现时间长。全自治区年均大风(≥ 8 级)日数0~200 d,其中狮泉河、那曲、申扎、改则均在100 d以上。西藏大风季节变化明显,主要出现在12月至次年5月,在此期间内,大风日数占全年大风日数的75%以上,其中以2~4月最为集中,占全年大风日数的50%以上,而这段时间又是气候干燥、地表植被最为稀少的季节,大风对地表细粒物质形成强烈的风蚀作用。

1.3.3 冻融侵蚀作用

在高寒地区,由于气温变化而使岩体各部分或不同矿物成份形成差异膨胀和收缩,或岩体孔隙和裂隙中的水结冰对岩体产生压力,引起岩体的崩解,并在冻胀力、重力、冰雪融水力等作用下产生位移和堆积,称为冻融侵蚀作用。严格讲,冻融侵蚀是一种复合侵蚀,其作用分为二个阶段:第一阶段以寒冻风化作用为主,岩石是由矿物组成的,各种矿物颗粒膨胀系数相差较大,如体积膨胀系数石英为0.000 31,

长石为0.000 17^[1],所以当温度剧烈变化时,由于矿物的差别胀缩,极易引起岩石破碎。另外,温度的变化可以引起岩石空隙或裂隙中的水结冰对岩石产生压力,引起岩石的崩解。第二阶段是寒冻风化形成的碎屑物在重力、冻融力、冰雪融水力等作用下产生位移。西藏自治区地势高亢,冻融侵蚀作用在土壤侵蚀中占有十分重要的地位。

2 土壤侵蚀类型特征

土壤侵蚀类型由主导侵蚀营力决定,前面谈到西藏自治区几乎包涵了陆地上所有的侵蚀营力,即水力、风力、融冻力、重力、复合营力等。但是由于受地貌、气候等因素的影响,土壤侵蚀有如下特征。

2.1 土壤侵蚀类型丰富多样

根据土壤侵蚀产生的主要营力,可将土壤侵蚀划分为多种类型,每种土壤侵蚀类型又可以根据土壤侵蚀形成的地貌的外部形态,划分为不同的形式,如水力侵蚀又可划分为面蚀、沟蚀等。如前所述,西藏自治区土壤侵蚀背景复杂,土壤侵蚀营力多样,因此不仅土壤侵蚀类型复杂,而且形式多样,同时呈现空间交错,时间交替分布,独具特色。全区土壤侵蚀类型有水力侵蚀、风力侵蚀、冻融侵蚀、重力侵蚀、复合侵蚀、冰川侵蚀等。

2.2 冻融侵蚀广泛分布

西藏地势高亢,海拔4 000 m以上的高原和高山占国土面积的92%,因此冻融侵蚀是西藏自治区分布最广泛,占国土面积最大的土壤侵蚀类型。据笔者调查,冻融侵蚀约占土壤侵蚀面积的50%以上,是西藏自治区非常重要的土壤侵蚀类型,同时也给西藏经济建设带来一定的危害。前面谈到由于冻融作用岩石崩解产生的碎屑物在重力、膨胀力及冰雪融水等作用下产生位移、堆积形成一些特殊的地貌形态,如高寒地区广泛分布的岩屑坡(裙),发生在山坡上的冻融泥流,山坡上成片分布的鳞片状小滑塌。但是由于冻融侵蚀长期以来没有得到应有的重视,研究较少,因此冻融侵蚀类型分布的范围长期以来没有明确的界定。根据笔者多年来在西藏对土壤侵蚀的研究及查阅有关资料,提出以年均温0℃等温线所处的海拔高度作为冻融侵蚀作用界限,在此界限以下的地区,一年中有半年以上的时间气温 $\geq 0^{\circ}\text{C}$,地表冻融作用不强烈,在此界限以上的地区(高海拔)一年中大部分时间气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$,地表处于冻结状态,在昼夜温差剧烈

变化中,冻融作用强烈。据朱诚等研究,气温在 0℃左右波动时冻融最强烈,对岩石的劈裂作用也愈显著(朱诚,1992)^[2]。根据笔者计算,西藏冻融作用分布的范围界限有由北向南增高的趋势,藏北江达、安多、日土等大约在海拔 4 100~4 200 m,西藏中部,拉萨、工布江达、波密等大约为 4 300~4 500 m,藏东南察隅、米林、墨脱一带约为 4 600~4 700 m,藏西南康马、亚东、岗巴、普兰一带上升到 4 700~4 900 m。笔者将此海拔高度以上的地区称为冻融作用区,在此区内物质在重力、冻融水或冻融力作用下产生移动或蠕动,形成冻融侵蚀作用,在冻融区地势平缓的区域,有冻融作用产生,但并不形成侵蚀、搬运作用,不构成冻融侵蚀。因此冻融作用区轻度以上侵蚀作用划为冻融侵蚀作用。笔者定义的冻融作用的范围比传统定义的“以多年冻土分布”^[3]为界的范围稍大。根据笔者定义的冻融作用区的范围计算,西藏自治区各地(市)冻融作用区的面积见表 1。其中拉萨市、昌都、那曲、阿里 4 地市冻融作用区面积占国土面积在 >50%,这些地区都存在不同程度的冻融侵蚀作用,而且形式多样。如冻融泥流,冻融分选侵蚀,冻融滑塌,鳞片状小滑塌等类型在上述 4 地市广为分布。

表 1 各地市冻融作用区面积(单位:km²)

Table 1 Freeze-thaw erosion area of each city and region

项目	国土面积	冻融作用面积	占国土面积%
拉萨市	29 465.9	17 214.2	58.43
昌都地区	108 720.3	55 132.4	50.71
山南地区	79 160.4	15 896.5	20.08
日喀则地区	181 200.2	80 184.8	44.25
那曲地区	391 467.3	281 626.8	71.94
阿里地区	297 267.1	195 066.9	65.62
林芝地区	114 595.5	19 195.8	16.75
合计	1 201 876.6	664 317.4	55.27

根据笔者研究,冻融侵蚀强度受多种自然因子与人为活动的影响,其中主要因子有气温年较差、年降水量、坡度、坡向、植被盖度等,而人为因子多数情况下是通过改变植被盖度等间接影响冻融侵蚀强度,通过研究笔者提出西藏冻融侵蚀强度因子特征值(表 2)。

根据此因子特征值,在 GIS 支持下对西藏冻融侵蚀空间分布进行评价并编制了冻融侵蚀强度空间分布图(图 1)^[4],其结果表明西藏不同强度冻融侵

表 2 冻融侵蚀强度评价因子特征值

Table 2 Freeze-thaw erosion intensity evaluating indicator value

强度分级	微度侵蚀	轻度侵蚀	中度侵蚀	强度侵蚀
气温年较差(℃)	≤18	19~20	21~22	>22
年均降水量(mm)	≤150	150~300	300~500	>500
坡度(°)	0~5	5~15	15~25	>25°
坡向(°)	315~45	45~90, 270~315	90~135, 225~270	135~225
植被盖度(%)	>75°	50~75	30~50	<30°

蚀空间分布差异明显,藏北改则、尼玛、那曲、聂荣等广大区域,虽然海拔高、气温低,且日温差大,但因降水少,地势平坦,草甸草原盖度高,因此导致冻融侵蚀强度小。喜马拉雅山的北坡湖盆区,包括定日、白朗、岗巴、康马一带,由于气温日较差小,地形坡度小,坡向以阴坡为主,冻融侵蚀强度也较小;藏东的贡觉、芒康、左贡一带虽然地形起伏大、降水丰沛,但是植被盖度高,冻融侵蚀强度仍较小。冻融强度高的地域集中分布于(1)念青唐古拉山吉热格帕峰以东的地区,山高谷深,坡度陡峻,降水丰沛,冰雪积累、消融量大,是强度和中度冻融侵蚀集中分布的地区;(2)冈底斯山、阿伊拉日居山脉以南的区域,日温差大,坡度陡峭,植被盖度小,冻融侵蚀强烈;(3)阿里北部日土县等区域,昆仑山南麓,地形坡度大,日温差大,植被稀疏,冻融侵蚀强烈;(4)喜马拉雅山脉聂拉木以西地区,以高山、极高山为主,起伏大,坡度陡,降水丰沛,冰雪作用和冻融侵蚀均很强烈。

2.3 土壤侵蚀类型在三维空间呈现有规律的变化

全区土壤侵蚀类型自东向西由水蚀为主→风蚀为主→冻融侵蚀为主。东部三江地区,山高谷深,坡度陡峻,降水较丰富,土壤侵蚀以水蚀为主;中部高原湖盆区,沙物质丰富,气候干寒,冬春多大风,土壤侵蚀以风蚀为主,西部高原海拔高亢,气候寒冷,降水稀少,多大风,土壤侵蚀以冻融侵蚀为主。自南向北有同样的规律,南部以水蚀为主;中部以风蚀为主,北部以冻融侵蚀为主。由于境内多高山、极高山,土壤侵蚀在垂直方向上亦呈现有规律的变化,海拔 3 000~4 000 m(或 4 500 m)以下以水蚀为主,4 000~5 000 m(或雪线)左右,一般为冻融侵蚀,雪线以上有冰川或积雪分布区,为冰川侵蚀。

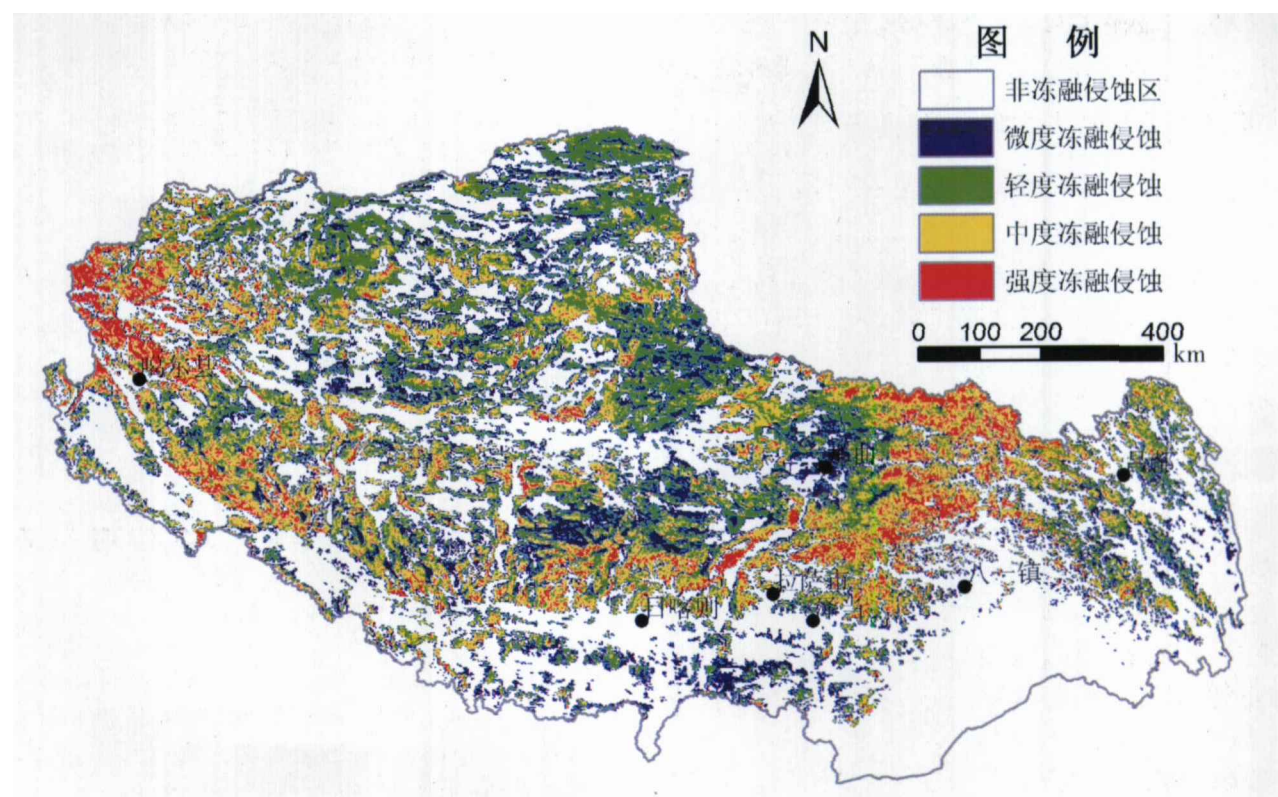


图 1 西藏冻融侵蚀强度空间分布图

Fig. 1 Distribution map of freeze-thaw erosion in Tibet

2.4 土壤侵蚀类型随季节变化

西藏自治区土壤侵蚀类型随季节变化而变化,由此产生在同一地区不同季节有不同侵蚀类型发生,形成土壤侵蚀类型交替发生。如冻融侵蚀与水力侵蚀交替发生,在高山地区 0℃等温线以下的山地,春秋季节由于温度变化频繁,岩体不断被破坏,破碎物质在重力或春季雪(冰)融水作用下发生侵蚀,导致冻融侵蚀作用强烈,大量破碎物质由于融冻侵蚀在缓坡地带堆积形成碎屑坡(裙)。而夏季在水力作用下这些堆积体表层又受到侵蚀,细粒物质被流水携带进入江河,在碎屑坡上形成细沟、切沟,慢慢发育成冲沟,在冻融侵蚀堆积体上叠置明显的水力侵蚀地貌。驱车从拉萨到日喀则,公路北侧的山地上非常清楚地看到这种叠置现象。

水力侵蚀和风蚀的交错发生,前面谈到西藏自治区侵蚀营力多样,而且交错发生,夏季集中了全年 80% 以上的降水,水力侵蚀强烈,冬季又多大风,风蚀作用强烈,因此在某些区域夏季水力侵蚀强烈,冬季风力侵蚀强烈,两种侵蚀地貌在同一地区交错分布,如从贡嘎机场到拉萨市沿途可以清楚地看到雅鲁藏布江两侧的山地既有流水侵蚀形成的冲沟又有风力侵蚀形成的沙坡、沙丘等。在藏西藏北的山麓

地带的冲洪积扇形地上既分布有侵蚀沟,同时又广泛分布有风蚀作用形成不少沙砾地(细砂已吹蚀殆尽,留下的粗砂砾地),充分反映出这种交错侵蚀现象。

2.5 土壤侵蚀以自然侵蚀为主

西藏自治区地广人稀,全区平均人口密度为 2.17 人/km²(2004 年)^[5],各地市人口密度差异较大,最大的为拉萨市,为 14.26 人/km²,最小的阿里地区仅为 0.26 人/km²(表 3)。藏北羌塘高原保护区为无人区,因此西藏大部分地区为自然侵蚀为主,仅拉萨市及其雅鲁藏布江及其支流河谷地区,青藏公路沿线等人类活动比较活跃的地区人为加速侵蚀较严重,应该引起充分的注意。另外,藏东、藏东南山地因坡度陡峻,植被盖度较低的半干旱地区应加强保护,严格控制人类活动,防止人为土壤侵蚀发生。

3 结语

西藏自治区土壤侵蚀类型复杂多样,以冻融侵蚀为主,冻融侵蚀在西藏虽然分布面积比较大,目前仍以自然侵蚀为主,在人类活动比较频繁的区域受

人类活动影响有所加强,对区域经济造成一定的影响。但目前我国对冻融侵蚀研究较少,今后应加强研究,在研究形成机理、演变规律的基础上提出防治对策。

表 3 西藏各地市人口密度表
Table 3 Population density of each city and region in Tibet

地市名称	人口密度(人/km ²)
拉萨市	14.26
昌都地区	5.37
山南地区	6.38
日喀则地区	3.57
那曲地区	0.98
阿里地区	0.28
林芝地区	1.99

注:根据西藏自治区 2005 年统计年鉴提供的 2003 年人口数计算。

参考文献(References)

[1] Ji Zixiu. The modern periglacial process in the central part of Tian Shan[J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 1980,2(3):5~6 [季子修. 天山中部现代冰缘作用[J]. 冰川冻土, 1980,2(3):5~6]

[2] Zhu Cheng, Cui Zhijiu. The distribution and evolution of periglacial landforms in the source region of Urumqi river on the Tian Shan Nt-ain[J]. *Acta Geographica Sinica*, 1992,47(6):526~534 [朱诚崔之久. 天山乌鲁木齐河源区冰缘地貌的分布和演变过程[J]. 地理研究, 1992,47(6):526~534]

[3] Tang Keli, et al. Soil and Water Conservation in China[M]. Beijing: Science Press, 2004. 110~111 [唐克丽,等. 中国水土保持[M]. 北京: 科学出版社, 2004. 110~111]

[4] Zhang Jianguo. Identification and evaluation of freeze-thaw erosion in Sichuan province on the basis of GIS[J]. *Journal of Mountain Science*, 2005, 23(2):103~108 [张建国. 基于 GIS 的四川省冻融侵蚀界定与评价[J]. 山地学报, 2005, 23(2):103~108]

[5] Tibet Autonomous Region Bureau of Statistics. Tibet Statistical Yearbook of 2005[M]. Beijing: China Statistics Press, 2005. 1~60 [西藏自治区统计局. 西藏统计年鉴(2005)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2005. 1~60]

Study on the Soil Erosion Types in Tibet

LIU Shuzhen¹, ZHANG Jianguo², GU Shixian¹

(1. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences & Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041, China;
2. Nantong University, Nantong 226007, China)

Abstract: Because of a vast territory and high elevation, there are various soil erosion types in Tibet. Based on investigation and research, the author discussed the soil erosion environment background and soil erosion agent, and therefore concluded the characteristics of soil erosion types in Tibet. This paper laid heavy stress on freeze-thaw erosion about distribution range, intensity, evaluating indicator system and distribution rule. The findings of this research can provide scientific foundation for soil and water conservation of ecological construction.

Key words: Tibet; soil erosion; freeze-thaw erosion