

三江源地区土壤侵蚀类型研究

吴万贞, 刘峰贵, 陈琼, 费杜秋

(青海师范大学 生命与地理科学学院, 青海 西宁 810008)

摘要: 全球气候变暖导致三江源地区雪线上升, 冰川后移, 降水和径流减少, 草场退化, 土壤沙化, 使本来就十分脆弱的生态环境更加恶化。根据三江源地区当前所处的实际情况, 在分析三江源地区土壤侵蚀环境背景以及土壤侵蚀营力作用的基础上, 归纳总结了三江源地区土壤侵蚀类型与特征, 重点研究了冻融侵蚀分布范围和强度、分布规律以及评价指标体系。结果表明: 三江源地区各种土壤侵蚀类型中, 冻融侵蚀分布范围最广; 不同强度的冻融侵蚀空间分布差异显著。

关键词: 三江源; 土壤侵蚀; 冻融侵蚀; 生态建设

中图分类号: S157 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2009)04-0423-04

Study on Soil Erosion Types in Three-river Headstream Region

WU Wan-zhen, LIU Feng-gui, CHEN Qiong, FEI Du-qiu

(School of Life and Geography Science, Qinghai Normal University, Xining 810008, Qinghai, China)

Abstract: The increasingly warm global climate, combined with the impact of human factors, has been making the snow line rising in the Three-river Headstream region, leading to backing of glaciers, reducing of precipitation and streamflow, pasture degradation and soil desertification, which makes the originally fragile ecological environment worse. Based on the current actual situation in the Three-river Headstream region, this paper analyzes the background and endogenetic processes of soil erosion, and summarizes the characteristics of the types of soil erosion, with the focus on the scope, intensity and distribution law of freeze-thaw erosion and its evaluation and index system. The result shows that there exists widely spread freeze-thaw erosion, clear geographical distribution of freeze-thaw erosion of different intensity and marked differences between the distribution areas of freeze-thaw erosion in the Three-river Headstream region.

Key words: Three-river Headstream region; soil erosion; freeze-thaw erosion; ecological construction

0 引言

三江源地区位于中国青藏高原腹地, 属于国家级自然保护区, 平均海拔高度 4 200 m 以上, 形成了中纬度的高寒环境^[1]。由于地域辽阔, 区域生态环境差异显著, 形成的土壤侵蚀类型复杂多样, 区域间土壤类型组合及侵蚀强度各具特色^[2]。因此, 研究三江源地区的土壤侵蚀时空分布规律, 对该区水土流失治理和退化生态环境修复具有重要的现实意义。

1 土壤侵蚀环境背景

1.1 地表形态特征

深居青藏高原腹地的三江源地区在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风化、侵蚀和夷平作用, 因此, 形成有高亢平坦高原面及其和缓起伏高大山脉, 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。根据区内地貌类型组合特征, 可将三江源地区划分为高原、山地、高平原、峡谷等地貌类型区。

收稿日期: 2009-02-27

基金项目: 国家自然科学基金项目(40261003)

作者简介: 吴万贞(1969-), 女, 青海湟中人, 理学硕士研究生, 从事自然地理综合研究。E-mail: fld@qhnu.edu.cn

1.1.1 高原

三江源西北部地区主要由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。其海拔高度一般在 5 000 m 以上,高原内部受到轻微切割,但保存完整。

1.1.2 山地

三江源地区的中部和东部,海拔 2 590~5 752 m,以巴颜喀拉山和阿尼玛卿山为支撑,相对高差悬殊,坡度陡峻,山脉连绵,沟谷交错形成高山峡谷,有极高山、高山、中山、低山等山地类型。

1.1.3 高平原

三江源地区山脉之间多为海拔 4 000 m 以上的广阔高平原。

1.1.4 峡谷

多年冻土分布区的低洼地形部位,由于永冻层对汇水下渗的阻隔,形成大面积的沼泽土,东南边缘地势较低,河谷深切,水流湍急,形成高山峡谷。

1.2 地表物质特征

三江源地区是目前中国新构造运动强烈的区域之一,地表断裂带分布广泛,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

三江源地区海拔 4 000 m 以上的山地^[3],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,细粒物质在夏季雨水及春季冰雪融水侵蚀作用下进入河流,形成高海拔山地。

1.2.2 河流宽谷和湖盆

三江源地区海拔 3 900 m 以上,除少数峡谷深切外,大部分地区起伏较小,多为断陷作用形成的宽谷和湖盆,在众多干支流中下游,河谷宽阔,夏季洪水季节大量泥沙进入江河,枯水季节河水量减小,河床两侧大冲积物出露,冲积物含大量沙物质,为风蚀作用创造了有利条件。

1.2.3 沙漠化

全球气候变化,地表融冻层加深,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。在降水量远远少于蒸发量的情况下,地下水位降低,地面干旱加剧,加之经常性风力侵蚀,促进了土地沙化和沙丘的形成。

1.2.4 黑土滩

多年来的过度放牧使草地上禾草减少甚至消

失,鼠兔活动的增强更增加了牧草的消耗,逐渐导致草场和土壤退化,使草皮层破坏,土壤遭到风蚀沙化,发展成秃斑地、沙化土地。同时众多的地下洞穴增强了草皮的脱落而形成“黑土滩”。

1.3 土壤侵蚀营力特征

三江源地区地域辽阔,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,主要表现在水力侵蚀、风力侵蚀、冻融侵蚀等方面。

1.3.1 水力侵蚀

三江源地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 650 mm 以上,是本区降水最多的地区,向西北逐渐减少,西北部降水 147~414 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,各大山脉的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的 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,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

三江源地区不仅大风多、强度大,而且连续出现时间长。全区西北部常年多西北风,年平均风速 4 m/s,最大风速达 40 m/s。东南部全年平均风速 2.0 m/s,最大风速 22.0 m/s。7 级以上大风年平均日数达到 73 d 左右,出现在冬半年的日数占全年大风日数的 75%以上,其中以 2~4 月最为集中。这段时间是气候干燥、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

在高寒地区,由于气温变化而使岩体各部分或不同矿物成分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。严格讲,冻融侵蚀是一种复合侵蚀,其作用分为 2 个阶段:①以冰冻风化作用为主,组成的岩石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 3,长石为 0.000 17^[4],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孔隙或裂隙中的水结冰对岩石产生压力,引起岩石的崩解;②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。三江源地区地势高亢,冻融侵蚀作用在土壤侵蚀中占有十分重要的地位。

2 土壤冻融侵蚀特征

土壤侵蚀类型由主导侵蚀营力决定, 尽管三江源地区几乎包涵了陆地上所有的侵蚀营力, 如水力、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, 三江源地区土壤侵蚀特征特色鲜明。

2.1 土壤侵蚀类型复杂形式多样

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。三江源地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、混合侵蚀、冰川侵蚀等。

2.2 冻融侵蚀分布最广泛

三江源地区海拔 4 000 m 以上的高原和高山占本地区国土面积的 90.19%, 冻融侵蚀是三江源地区分布最广泛、占国土面积最大的土壤侵蚀类型。根据 2005 年遥感数据计算, 冻融侵蚀约占土壤侵蚀面积的 73.88% 以上, 是三江源地区非常重要的土壤侵蚀类型, 给本区国民经济建设带来一定的危害。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, 每年中有半年以上的时间气温大于或等于 0℃, 地表冻融作用不强烈; 在此界限以上的高海拔地区每年大部分时间气温小于或等于 0℃, 地表处于冻结状态, 在昼夜温差剧烈变化中, 冻融侵蚀作用强烈。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^[9]。三江源地区隆起的高原面和一些较高的山地上有很多鱼鳞状冻融侵蚀, 但在高山和极高山上都是裸岩。由于研究区内平均海拔在 4 400 m 以上, 所以冻融侵蚀普遍存在。根据冻融作用区的范围计算^[9], 三江源地区各州冻融作用区的面积见表 1。本区不仅存在不同程度的冻融侵蚀作用, 而且形式多样, 如冻融泥流、冻融分叠侵蚀、冻融滑塌、鳞片状小滑塌等。

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、植被覆盖度等, 而人为因子多数情况下是通过改变植被覆盖度等间接影响冻融侵蚀强度。

三江源地区冻融侵蚀强度因子特征值见表 2。

表 1 各州冻融作用区面积

| Tab. 1 Freeze thaw Erosion Area of Each State | | | |
|---|-----------------------|-------------------------|----------|
| 州名 | 国土面积/ km ² | 冻融作用面积/ km ² | 占国土面积/ % |
| 黄南州 | 13 384.95 | 137.81 | 1.03 |
| 海南州 | 16 695.75 | 5 782.66 | 34.64 |
| 果洛州 | 74 077.57 | 64 086.55 | 17.90 |
| 玉树州 | 204 769.48 | 180 771.39 | 88.28 |
| 海西州 | 47 706.87 | 45 405.36 | 95.18 |

表 2 冻融侵蚀强度评价因子特征值

| Tab. 2 Evaluating Indicator Value of Freeze thaw Erosion Intensity | | | | |
|--|--------|------------------|-------------------|---------|
| 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 |
| 植被覆盖度/% | >75 | 50~75 | 30~50 | <30 |

根据表 2, 利用 GIS 对三江源地区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^[7-8], 在此基础上, 运用 CORELDRAW 软件作了矢量化平面图(图 1)。结果表明, 三江源地区不同强度冻融侵蚀空间分布差异显著, 本区以微度冻融侵蚀和轻度冻融侵蚀为主且普遍分布, 中度冻融侵蚀面积最小且分布零散, 但影响最大, 需要引起重视。

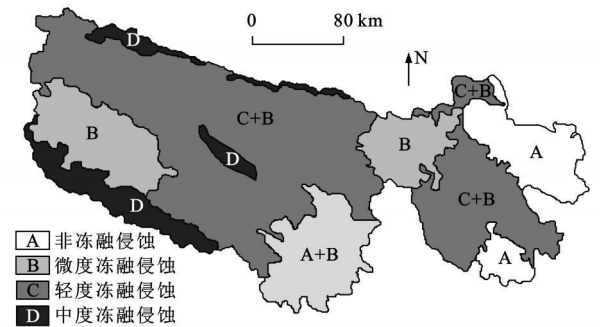


图 1 三江源地区冻融侵蚀强度空间分布
Fig. 1 Distribution Map of Freeze-thaw Erosion in Three river Headstream Region

2.3 土壤侵蚀类型随季节变化

三江源地区土壤侵蚀类型随季节变化而变化^[9], 由此在同一地区不同季节有不同土壤侵蚀类型, 导致不同侵蚀类型交替发生。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,大量破碎物质由于冻融侵蚀在缓坡地带堆积形成碎屑坡。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。区域内的高海拔地区由于寒冻风化、冻融交替、冰雪等作用以及气候干旱化的影响导致冻融侵蚀广泛分布;在居住区周边、道路沿线,人为因素造成的土壤侵蚀分布较广。一些单位在施工过程中多未采取相应的水保措施,加剧了公路沿线滑坡、崩塌等重力侵蚀的发生。

水力侵蚀和风蚀的交错发生,夏季集中了全年 90% 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,河谷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。各大山麓地带的冲洪积扇形地上既分布有侵蚀沟,又广泛分布有风蚀作用形成的沙砾地。细砂已被吹蚀殆尽,留下的粗砂砾地,充分反映出这种交错侵蚀现象。

2.4 土壤侵蚀以自然侵蚀为主

三江源地区地广人稀,全区平均人口密度为 $1.65 \text{ 人}/\text{km}^2$ ^[19],各地市人口密度差异较大,海南州为 $6.39 \text{ 人}/\text{km}^2$,玉树州为 $1.28 \text{ 人}/\text{km}^2$,黄南州为 $6.28 \text{ 人}/\text{km}^2$,果洛州为 $1.83 \text{ 人}/\text{km}^2$,海西州为 $0.02 \text{ 人}/\text{km}^2$ 。海西州唐古拉乡为大面积的无人区,因此三江源地区大部分地区以自然侵蚀为主,仅各州(县)及源头干流及支流河谷地区、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,应该引起充分注意,植被覆盖度较低的半干旱地区应加强保护。另外,各州近年来的挖虫草、开矿等人为活动,严重破坏了植被,因此,应严格控制人类活动,防止人为土壤侵蚀发生。

3 结语

(1)冻融侵蚀在三江源区普遍存在,冻融侵蚀以微度冻融侵蚀为主,轻度冻融侵蚀次之,中度冻融侵蚀的面积最小,但带来的危害最大,应加以重视。

(2)三江源地区的土壤侵蚀以冻融侵蚀-水力侵蚀、冻融侵蚀-风力侵蚀、冻融侵蚀-水力侵蚀-风力侵蚀的多相侵蚀并存,必将增加土壤侵蚀的强度。

(3)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,三江源地区是生态环境脆弱区,应提前做好预防工作。

(4)目前中国对冻融侵蚀研究较少,今后应加强,在研究形成机理、演变规律的基础上提出有效地防治对策。

参考文献:

- [1] 陈孝全,苟新京.三江源自然保护区生态环境[M].西宁:青海人民出版社,2002.
- [2] 严慕绥,徐峰,张卫,等.黄河源头土壤侵蚀现状分析[J].水土保持通报,2004,24(6):75-78.
- [3] 刘淑珍,张建国,辜世贤.西藏自治区土壤侵蚀类型研究[J].山地学报,2006,24(5):592-596.
- [4] 季子修.天山中部现代冰缘作用[J].冰川冻土,1980,2(3):5-6.
- [5] 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.
- [6] 唐克丽.中国水土保持[M].北京:科学出版社,2004.
- [7] 张卫.三江源地区土壤侵蚀遥感动态监测研究[J].中国水土保持,2008(10):35-36.
- [8] 青海省统计局.青海统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2004.
- [9] 《果洛藏族自治州地方志》编纂委员会.果洛藏族自治州志[M].北京:民族出版社,2001.
- [10] 冯琰,华璐,傅桦.地理信息系统(GIS)在土壤侵蚀研究中的应用[J].首都师范大学学报:自然科学版,2003,24(4):68-75.