

天山北麓中段土壤侵蚀影响因素及特征分析

张晓萍, 焦 锋, 李 锐

S157.1

(西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)
中科院 水利部

[摘 要] 通过对天山北麓中段土地类型、河流径流和植被覆盖等土壤侵蚀影响因素的空间分布特征分析认为: ①天山北麓中段主要侵蚀类型为风蚀、水蚀、冻融侵蚀及人为加速侵蚀; ②侵蚀产沙类型以及产沙强度在空间上具有明显的垂直变化规律: 沙漠以风力侵蚀、高山和亚高山以冻融侵蚀为强烈侵蚀类型, 普遍存在微度水力侵蚀, 局部表现为中度甚至强度; ③水蚀类型有冰川融雪径流侵蚀和降雨径流侵蚀两种方式。天山北麓中段河流产沙时间上主要在每年的5月初至8月末, 且冰川雪水径流产沙要比雨水径流产沙量大, 空间上则主要位于海拔800~1 500 m的由第三纪、第四纪地层和黄土堆积所组成的中、低山丘陵地。

[关键词] 天山北麓中段; 土壤侵蚀; 侵蚀类型; 侵蚀强度

[中图分类号] S157.1

[文献标识码] A

空间分布特征, 时间特征
植被覆盖率

新疆地域辽阔, 气候干燥少雨, 生态环境脆弱。随着资源开发、人口剧增等人为活动的影响, 本来就脆弱的环境受到了极大冲击, 土壤侵蚀面积及强度的增加和增强, 对工农业生产带来了严重危害, 进行水土保持开展保护生态环境的工作迫在眉睫。新疆境内高山环列, 高山盆地相间, 天山北麓自高而低呈阶梯延伸, 依次为高山冰雪活动带、低山丘陵带、山前戈壁沙砾石平原带、山口洪冲积平原带和风积沙漠带等5个迥然不同的自然景观, 每个地带因其特殊的侵蚀特征, 构成了特殊的侵蚀地貌类型。本研究以天山北麓中段为例, 通过分析其地形地貌、土地类型以及植被和径流形成的空间分布特征, 对天山北麓中段土壤侵蚀形成的因素进行了初步探讨, 并在基本定性的基础上初步分析了该地区土壤侵蚀特征, 以期对新疆水土流失的现状、特点和成因的进一步深入研究起到借鉴作用。

1 天山北麓中段自然概况

天山北麓中段是约从乌鲁木齐到精河的一段天山山体, 从西向东, 其主峰分别为4 000~4 500 m的博罗霍洛山和5 000 m以上的伊林-哈比尔尕山, 后者雪线高度在3 800 m左右, 最高山地常年积雪, 是天山积雪发育典型地区之一。天山的积雪孕育了众多由南而北的、独立的短小水系, 消散于准噶尔盆地沙漠边缘。自东向西, 平行的发育有木垒河、乌鲁木齐河、头屯河、三屯河、塔西河、呼图壁河、玛纳斯河、金沟河、安集海河、奎屯河、精河等, 成为人类生活和生产活动的重要水源(图1)。

该区由南向北从山体高大、气候严寒的伊林-哈比尔尕山经过干燥的中低山地带, 到

[收稿日期] 1999-11-10

[基金项目] 水利部水利科技开发基金项目(SJ9725); 中国科学院知识创新项目(99-01-05)

[作者简介] 张晓萍(1972—), 女, 助理研究员, 硕士。

坦荡的山前平原直至浩瀚的沙漠,海拔高度从高峻的天山(最高点约为 5 500 m)到平坦的准噶尔盆地(最低点约为 230 m),年降水量由山区的 300~500 mm,至沙漠降低到近 100 mm,年均温由山区的 $<2^{\circ}\text{C}$ 到平原年均温 $6\sim 8^{\circ}\text{C}$,其水文地理条件的垂直分带性十分明显^[1,2]。

与水热条件相适应,土壤和植被也呈规律性分布^[3],土壤由山区到沙漠依次为高山草甸土、灰褐土、黑钙土、棕钙土、灰漠土和风沙土。相应的植被有高山草甸、森林、干草原、荒漠草原、荒漠等。

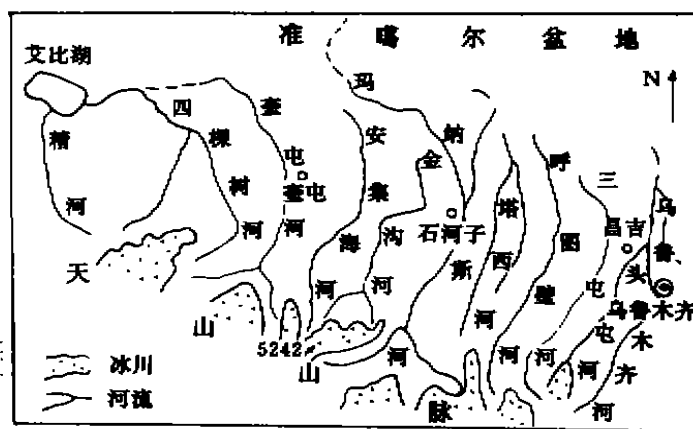


图 1 天山北麓中段地区河流分布示意

2 天山北麓中段河流径流水文特征

2.1 河流径流空间分布特征

据在玛纳斯河地区的研究^①,径流在空间上的形成及散失可分为 3 个地区,即径流形成区、径流运转区和径流散失区。其分布的海拔及相应的地貌特征列于表 1。

表 1 径流空间分配的区域地貌植被特征

分 区	海拔/m	地貌植被特征
形成区		
	冰雪融水径流形成区	$>3\ 800$ 雪线以上的高山和中山区,常年积雪;
	降雨径流形成区	$3\ 800\sim 2\ 500$ 山势峻拔的古冰川作用地区,冻裂风化作用强烈,植被覆盖良好,以高山草甸和亚高山草甸为主。
运转区		
		$2\ 500\sim 1\ 500$ 森林线分布的上下限,降水丰富,主要是以天山云杉为主的暗针叶林。常流水的河网非常发达。
散失区	$<1\ 500$	紧接在森林带下,本区已由森林向草原过渡。包括由中生代第三纪、第四纪地层和黄土堆积物所组成的低山带。降雨显著减少,地表经常性河网由融雪水或暴雨径流所补给的临时性河网代替,河流下切,形成深窄而有陡峻谷岸的 V 字形河谷,深度可达 100~120 m,由于地壳的上升运动,河谷阶地发育。
	$<1\ 000$	低山带前的冲击扇地及沼泽化地区,已由草原向半荒漠和荒漠过渡。降水极少,既有也全部损耗于蒸发。

山区降水丰沛,气温低,蒸发量小,促使常流水河网发育;在最高处常有冰川积雪分布,常流的融水河网发展最烈。天山北麓中段的河流均由山区获得径流,因此山区可以称为径流形成区。

径流形成区之下为径流运转区,即径流形成区的水流仅通过本区,而本身又不发生对

① 新疆综合考察报告汇编(内部刊物),新疆玛纳斯地区山区河流的形成及其估算,北京:科学出版社,1957。

河流量有显著影响的水流。此区水流的渗漏或蒸发损耗,可以认为恰好由当地形成的径流(春季融雪和夏季暴雨形成的径流)所补偿。在玛河地区大致为第三纪隆起的低山带。

河流出山口就进入了径流散失区,河川径流迅速地消耗于山前冲积扇地带巨大的渗漏和强烈的蒸发。径流散失区基本是由地下水补给的地区。

以玛河红山嘴站为例,全年径流量的 69% 来自径流形成区(65% 为高山的冰川和积雪消融,而另 4% 来自深层地下水补给);大约只有 5% 的径流量(季节性融雪水)在径流运转区形成,又消耗于当地的渗漏和蒸发,也即在整个运转区内大约活动着全年 74% 的径流量。径流散失区因为强烈的渗漏和蒸发,河流量蒸发殆尽,仅留下 5% 左右的深层地下水量。

从上述天山北麓中段河流径流形成的时间和空间上的变化,基本可以定性的认为,天山北麓中段的水蚀类型为降雨径流侵蚀与冰川融雪侵蚀两种方式;河流产沙时间上大致在每年的 5~8 月,而且冰川雪水形成径流产沙要比降雨形成径流产沙量大;径流产沙空间上位于由中生代第三纪和第四纪地层和黄土堆积物所组成的低山带(<1 500 m)。

2.2 河流径流时间分布特征

从每年的 3 月下旬至 5 月下旬,天山北麓中、低山带积雪消融,形成典型的春季融雪径流;6 月初始,温度上升,中山带及其以下地区的季节性积雪全部融化殆尽,高山地区积雪和冰川融水开始补给河流;7~8 月是降雨与冰川融水的混合补给时期,高山区冰川融水和降雨一起形成第二次径流峰值期,至 8 月末结束。径流的季节变化过程与气温的季节变化过程一致,只是径流的变化有滞后现象。通过对玛纳斯河红山嘴站(位于玛河出山口处)的逐日平均流量过程线补给类型进行的分割^①分析(图 2),3 月下旬至 5 月下旬的融雪水对河流的补给约占全年水量的 5%,6~8 月的降雨与高山冰雪融水对河流水量的补给达 65%,而高山冰雪融水量(33.3%)要比降雨补给量(31.7%)多。

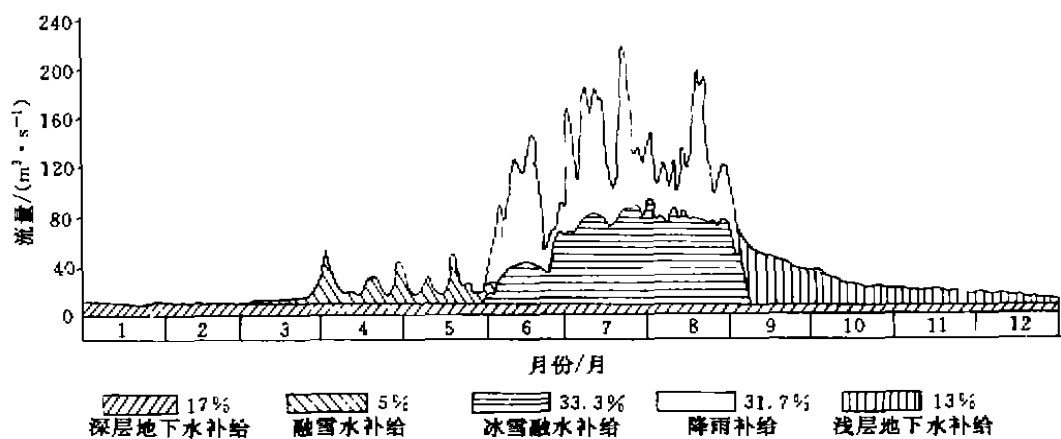


图 2 玛纳斯河红山嘴站 1985 年逐日平均流量过程线补给类型分割示意图

① 新疆综合考察报告汇编(内部刊物),新疆玛纳斯地区山区河流的形成及其估算,北京:科学出版社,1957。

3 天山北麓中段土地类型及植被的分布规律

3.1 天山北麓中段土地类型的分布规律

天山北麓中段大约海拔3 800 m以上是冰川区,是众多河流的发源地。北部为古尔班通古特沙漠,地势平缓,海拔约250~400 m。中部为低山丘陵、冲积扇及冲积平原,多形成绿洲,是人类经济活动的中心地带。流域内地势的变化,水热条件的分异,决定了不同土地类型的形成。

据在玛纳斯河流域的土地类型研究^[4],其土地类型的基本分布规律表现为等高条带式,即从北部的沙地至南部的高山地,依次呈阶梯式升高,其剖面示意图见图3。各级阶梯面呈东西向延伸,等高条带式分布的界限分别为海拔350,400,800,1 500,2 500和3 500 m。有些梯级的局部地段还表现为条带-树枝状分布,即沿河流具纵向分布特点,如河谷沟谷地,在冲积扇上呈放射状分布。现将各代表性土地类型的特征分述如下。

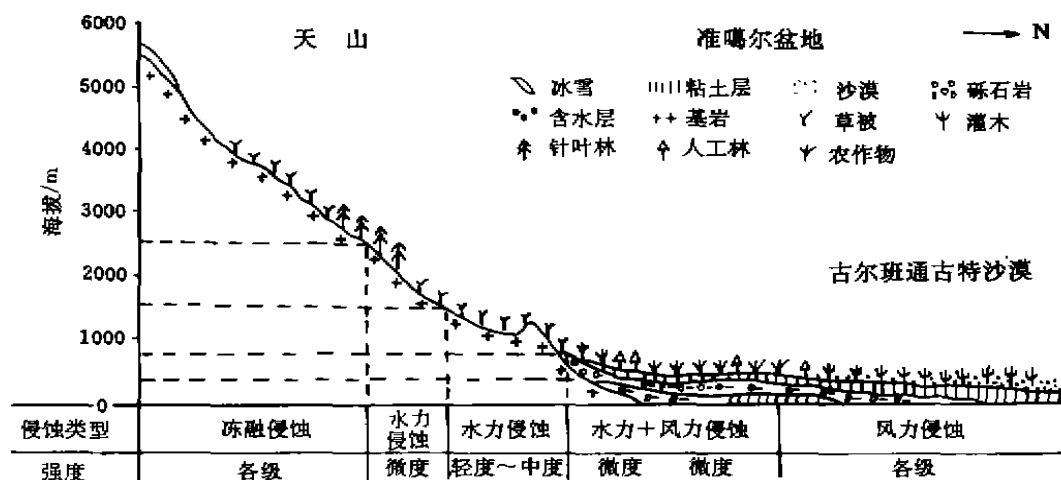


图3 天山北麓中段土地类型结构与土壤侵蚀垂直分布

1) 海拔2 500~3 500 m或更高的寒冷湿润高山地和极高山地,是高山草原和亚高山草原带。气温低,降水多。土壤为高山草甸土、亚高山草甸土,母质多为冰碛物、粗骨质或较细的冰水沉积物以及坡积物或残积-坡积物。高山草甸土地表常因冻裂作用与土滑作用显现层状或小丘,表层有明显的生草过程,呈灰棕-黑褐色,根系交织,以粗腐殖质形态存在,植被以低矮呈垫状的蒿草-苔草-高山藜为主,盖度达50%~70%。亚高山草甸土表层生草过程强烈,有机质大量聚积(100~200 g/kg),腐殖质厚度在15~30 cm,灰棕-暗棕灰色,粒状结构发达,植被以中生阔叶类杂草和苔草为主。群落总盖度为70%~85%。虽然坡度陡峭(35~70°),但是因为植被覆盖高,腐殖质层深厚,对地表保护良好,水力侵蚀不是主要形式,而以因气温变化引起的各级冻融侵蚀为主。

2) 海拔1 500~2 500 m是温寒湿润中山地带,也是以天山云杉为主的森林分布带。其中1 650~2 500 m土壤类型为灰褐森林土和草甸草原黑钙土。灰褐色森林土母质为残

积-坡积物、冰水沉积物或黄土状物质,腐殖质积累过程相当强烈,表面为枯枝落叶,形成较厚的腐殖质层(20~30 cm)和较高的有机质含量(120~250 g/kg),土壤为粒状-团块结构。草甸草原黑钙土也具有强烈的腐殖质积聚过程,腐殖质层厚达 15~20 cm,有机质含量达 120 g/kg,具有良好的粒状-团块状结构。1 500~1 650 m 为中山荒漠草原棕钙土带、典型草原栗钙土带。该带水热条件好,生长着禾本科与杂类草组成的植被。土层有腐殖质层 20~25 cm,有机质含量 50 g/kg,是主要的牧业用地。

该带坡度达 25~70°,地面良好的被覆不足以产生强烈的水土流失现象,以微度、轻度水力侵蚀为主,但是部分地方因为过度放牧,山坡出现明显的侵蚀坡面和侵蚀沟,呈现中度以上的水力侵蚀类型。

3)海拔 800~1 500 m 是温和半干旱低山丘陵地。如前所述,此带降雨量显著减少,地表经常性河网为季节性的融雪水或暴雨径流所补给的临时性河网所代替,河流下切,形成深窄而有陡峻谷岸的 V 字形河谷,深度可达 100~120 m,由于地壳的屡次上升运动,河谷阶地发育。由于山前地位的影响,山前荒漠区年降水量为 150~200 mm,年蒸发量 1 600~2 200 mm。

土壤在海拔较高处为山地棕钙土,有机质含量为 10~20 g/kg,海拔较低处为荒漠化灰漠土,有机质含量为 10~15 g/kg。其母质均为黄土状物质,黄土沉积物是深厚、乳黄色、含碳酸盐的粉砂壤土,没有明显的层理,多孔性,且有比较疏松的结持性,径流易于冲刷造成水土流失。

在草原土壤系列中,随着海拔的降低,由于干旱程度的增强和温度的升高,表层生草过程由黑钙土—栗钙土—棕钙土—灰漠土显著减少,钙化作用增强。

干草原栗钙土带以超早生的蒿类半灌木植被为主,旱生型的禾草也有很大比例,盖度 25%~40%。荒漠草场植被以蒿属和琵琶柴为主的超旱生半灌木植物及短命植物为主,覆盖度仅有 15%~20%。

从草原向荒漠的过渡中,植被覆盖度进一步减少。随着干旱程度和荒漠化的增强,不仅腐殖质层变薄,有机质含量降低,土壤结构变差,而且在表层形成微弱的结皮层和片状结构。

该区在相对低平的地段已被开垦为农田,部分缓坡地因单纯追求牲畜头数,大部分的春秋草场因过牧而发生退化现象。

该区特殊的地形构造以及气候、土壤、植被特征,又因为人为活动的强烈影响,使得融雪水和冰雪融水-雨水混合补给的径流加上 5~8 月的降水在此造成普遍的水土流失现象,侵蚀强度等级以微度至中度为主,局部出现强度。

4)海拔 400~800 m 是中温干旱冲积扇地。该带下部均有第四纪沙砾层,上覆厚薄不等的黄土层,地面坡度为 0.5~1.0°,年均降水量为 160~210 mm,年均温度 6.8~8.4℃。植被以人工绿洲为主,水热和灌溉条件优良,人类经济活动频繁,是绿洲农垦的中心地带。此带因地势平坦,不存在水土流失或者仅为轻微的水土流失,有些地方呈现微度的风力侵蚀。

中温干旱冲积平原地带北临古尔班通古特沙漠,分布在扇缘泉水溢出带以北。平均气温 6.2~7.0℃,年均降水量 110~150 mm,年均蒸发量 1 800~2 200 mm。植被以人工植

被为主。由于地下水位高,地形平坦而排水不畅,开垦后普遍存在土壤次生盐渍化现象。近沙漠的土地易沙化。此带水土流失现象明显减少,在蒸发量远远大于降雨量的情况下,土地退化主要以沙化形式为主,表现为微度和轻度的风力侵蚀。

5)沙地海拔约250~350 m,位于古尔班通古特沙漠边缘,再往腹地为流动沙地。降水不足100 mm,蒸发强烈,分布有垄状、蜂窝状、树枝状等各种类型的沙丘。群落盖度很小。由于气候干旱,大风频繁并有沙暴,沙土经常被搬运移动,属于典型的风蚀区,表现为从轻度到强度的风力侵蚀。

3.2 天山北麓中段植被覆盖度的垂直变化规律

植被覆盖度与侵蚀产沙的关系极为密切,植被的存在不但对雨滴的打击具有缓冲消能作用,而更重要的则在于对地表径流的冲刷有缓解能力,可以延缓径流洪峰到来的时间,削减洪峰流量,降低径流运动速度,达到降低径流冲刷的能力,减少侵蚀产沙强度。正因如此,有必要对植被的变化规律在此进行赘述,明确该地区的植被空间分布特征。

天山北麓中段的植被覆盖度在垂直方向上的变化规律异常明显,基本是随着地表高程的降低,植被覆盖度逐渐减少,在冲积平原的绿洲农业区植被则迅速增加,而到沙漠区又突然降低,据在头屯河流域的估测和资料分析^[5],在海拔3 000~3 690 m(该流域的平均雪线高度),即高山草甸带,植被覆盖度在80%以上;海拔1 500~3 000 m间,牧草覆盖度也在80%以上;海拔800~1 500 m植被覆盖度突然降低,估算为10%左右;480~900 m为绿洲农业区,植被覆盖度在80%以上,甚至达到90%左右;400~480 m为植被稀少的沙漠。

由上述植被分布情况来看,天山北麓中段高山区和冲积平原区植被覆盖良好,而在海拔800~1 500 m的低山丘陵区及沙漠区,植被最为稀少,是水力和风力侵蚀产沙的主要地区。

4 天山北麓中段土壤侵蚀特征分析

由上述可知,天山北麓中段的侵蚀类型复杂多样,有风蚀、水蚀、冻融侵蚀及人类不合理的社会经济活动引起的人为加速侵蚀。

天山北麓中段的侵蚀产沙类型以及产沙强度在空间位置上具有明显的垂直变化特征。新疆特有的高山带以及普遍的干旱气候条件,使得物质和能量在地表空间分异的具体表现不同,类似于各种土地类型结构等高条带式的分布规律,物质和能量在地表空间分异的具体表现为各类侵蚀的分布及强度变化也明显具有等条带状特征;高山或亚高山地带以冻融侵蚀为主,中低山地以水力侵蚀为主,绿洲以微度的水力侵蚀和微度的风力侵蚀为主,沙地和沙漠以风力侵蚀为主。而沙漠以风力侵蚀为强烈类型,高山和亚高山以冻融侵蚀为强烈类型,除此外普遍存在着水力侵蚀,局部地区表现为中度甚至强度。

每年的3月下旬至5月下旬的融雪水径流补给和6月初至8月末的冰雪-降雨混合径流补给是天山北麓中段河流产生第一次和第二次洪峰的主要原因。从产流的多少及强度上来说,该区水蚀类型为降雨径流侵蚀与冰川融雪径流侵蚀两种方式;河流产沙时间上在每年的5~8月,且冰川雪水形成径流产沙要比降雨形成径流产沙量大;空间上则位于海拔800~1 500 m的由中生带第三纪、第四纪地层和黄土堆积所组成的中、低山丘陵区

带。

天山北麓中段的气候及地形地貌特征在一定程度上代表了新疆干旱和半干旱地区地形地貌特征,因而研究其土壤侵蚀在空间上的垂直变化分异,对研究新疆整个地区的土壤侵蚀和水土流失现象都有借鉴意义。

[参考文献]

- [1] 中国科学院新疆综合考察队,中国科学院地理研究所,北京师范大学地理系,新疆综合考察队地貌组. 新疆地貌[M]. 北京:科学出版社,1978.
- [2] 王文中. 新疆地区土壤侵蚀遥感制图与信息系统研究[D]. 陕西杨陵:中国科学院、水利部水土保持研究所,1998.
- [3] 中国科学院新疆综合考察队,中国科学院土壤研究所编. 新疆土壤地理[M]. 北京:科学出版社,1965.
- [4] 赵成义. 玛纳斯河流域土地类型及利用的生态设计[A]. 中国科学院新疆地理研究所. 干旱区地理学集刊(4)[C]. 北京:科学出版社,1995. 163—172.
- [5] 吴普特,陈亚宁. 新疆头屯河流域侵蚀产沙特征[J]. 水土保持通报,1995,15(4):48—51.

Analysis of influencing factors and characteristics of soil erosion in the middle region on the north slope of Tianshan Mountain

ZHANG Xiao-ping, JIAO Feng, LI Rui

(Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Science and Technology University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Through analyzing the spatial distribution of runoff, land types and vegetation cover in the middle region on the north slope of Tianshan Mountain, the characteristics of soil erosion in Xinjiang have been got as follows. ① The major types of erosion are erosion of wind, water, freeze-thrawing, and man-made accelerated erosion. ② The types of erosion and sediment and the intensity of sediment show a distinctively vertical change. In the desert the violent type of erosion is by wind, on the high mountain by freeze-thrawing, and the slight water erosion spreads widely, however at some plots soil erosion by water reaches to mid, or even strong degree. ③ The two types of water causing soil erosion come from melted glacier and snow and rainfall. The time of generating sediment is mainly from the beginning of May to the end of August, and the sediment from melted glacier and snow is more than that rainfall. The elevation of the main region of sediment generating is from 800 to 1 500 meters, which belongs to the mid-low mountain and hilly land deposited by the Tertiary and Quaternary stratum and the loess soil.

Key words: the middle region of Tianshan Mountain; soil erosion; type of erosion; intensity of erosion