

试验研究

长江三峡花岗岩地区坡面产沙 及沟道输沙规律

陈奇伯

解明曙 张洪江

(甘肃省水土保持研究所·兰州市·730021) (北京林业大学水土保持学院林业系)

摘 要 运用砂粒粒组分析方法,对长江三峡花岗岩地区下岸溪流域的坡面产沙及沟道输沙规律进行了研究。结果表明,<2.00mm 砂粒的累积含量松栎混交林和马尾松林地最多,荒草坡地居中,农坡地和梯田最少,农坡地和质量不高的梯田是花岗岩坡面侵蚀产沙的主要来源;坡面各级砂粒在沟道各断面都有分布,主沟道泥沙输移比接近于1。

关键词 花岗岩砂粒 坡面产沙 沟道输沙

Sediment Production on Different Sloping Lands and Sediment Transportation in Gully in Granite Region of Three-Gorge of the Yangtze River

Chen Qibo

(Soil and Water Conservation Institute of Gansu Province, 730021, Lanzhou)

Xie Mingshu Zhang Hongjiang

(Soil and Water Conservation College, Beijing Forestry University)

Abstract Based on the method of sand particle groups analysis, we deal with the sediment production on different sloping lands and the sediment transportation in gully in the granite region in Xia Anxi watershed of Three-Gorge of the Yangtze river. The results show that the maximum in accumulating content of sand particles (diameter <2.00 mm) is the mixed forest land and the *pinus massoniana* forest land, the middle is the uncultivated land and the minimum is the terrace and the cultivated sloping land. The terrace and the cultivated sloping land is the main source of soil erosion and sediment production in the granite sloping land. Every section in the gully has the sand particle distribution of all diameter classes on sloping land. The sediment delivery rate of main gully approaches 100%.

Keywords granite sand particle; sediment production on sloping land; sediment transportation in gully

1 引言

花岗岩在我国南方分布极广,江西、福建、广东、湖北、湖南、安徽、浙江、云南、广西、四川等省均有分布,总面积达 23.9 万 km²[1]。花岗岩分布区高温多雨的气候条件,使其物理的机械破碎和化学风化作用十分强烈,土壤侵蚀非常严重。位于湖北省宜昌县的三斗坪镇和乐天溪镇的三峡坝区也是典型的花岗岩分布区,研究流域乐天溪镇所辖的下岸溪流域是长江的一级支流,流域内坡面产沙和沟道输沙是泥沙进入长江的策源地,其危害不仅降低了土地生产力,更重要的是大量泥沙在葛洲坝库区的沉积,对航运、发电及工程设施所造成的危害。因此,研究下岸溪流域的坡面产沙及沟道输沙特征,在生产上有着重要的指导意义。

2 研究流域概况

下岸溪流域位于亚热带季风气候区,年平均降雨量 1 277mm,月最大降雨量多出现在 7 月份,6、7、8 月份降雨量占年降雨量的 49.6%,≥10℃的年积温 3 419℃^[2]。流域面积 7.98km²,土地利用类型以林地为主,林地面积占流域总面积的 66.13%,林种以马尾松(*Pinus massoniana*)-麻栎(*Quercus acutissima*)混交林和马尾松纯林为主,农坡地中有 62.10%的坡耕地为>25°的陡坡地,农坡地面积占流域总面积的 23.98%,其余为荒草坡地。

3 研究方法

本研究采用坡面不同地类及沟道不同断面花岗岩砂粒粒组分析的方法对坡面产沙及沟道输沙的特征进行分析。根据流域内主要的土地利用类型,分别取马尾松林地、松栎混交林地、农坡地、荒草坡地和梯田 5 个地类,10cm 厚土层的土样和主沟道上、中、下游 3 个不同断面的沙样,经风干后用土壤筛分>10.00mm、5.00mm~10.00mm、2.00mm~5.00mm、1.00mm~2.00mm、0.50mm~1.00mm、0.25mm~0.50mm、0.10mm~0.25mm、<0.10mm 共 8 个砂粒径级过筛,进行各粒径级砂粒百分含量测定。坡面 5 个地类取样点的基本概况见表 1。

表 1 坡面不同地类取样点基本概况

地类	地型部位	坡向	坡度(°)	地被物状况
马尾松林	坡中部	东南	29	平均树高 8.6m,平均胸径 14.4cm. 林分覆盖度 80%,密度 2 202 株/hm ²
松栎混交林	坡中部	东南	34	马尾松平均树高 8.3m,平均胸径 10cm; 栎树平均树高 5.4m,平均胸径 4.3cm. 林分覆盖度 91%,密度 9 000 株/hm ²
农坡地	坡中部	南	30	人工开垦,种植小麦.
荒草坡地	坡中部	南	28	采伐迹地,生长有灌木和草本植物.
梯田	坡中部	东		人工修筑,裸露.田面宽 3m.

4 成果分析

4.1 坡面产沙来源分析

坡面土壤颗粒组成的本底含量,特别是表层土壤各粒径级砂粒的不同含量直接影响着坡面的侵蚀产沙,研究流域 5 个不同地类土壤表层(10cm 以内)砂粒粒组分析结果见表 2,表 2 中砂粒平均粒径取几何平均数和代数平均数的平均值。

在我国土壤粒组划分^[3]和泥沙分类^[4]中,根据不同粒组的特性,粒径>2.00mm 的砾石依其

透水性大、无粘性、毛管水上升高度极小、不能保持水分的特性归为一大类,而粒径<2.00mm 的砂粒、粉粒、粘粒、胶粒等又各归其类。根据花岗岩砂粒的粒组构成并结合传统土壤和泥沙的粒组划分方法,把表 2 中 5 个不同地类中粒径>2.00mm 的砾石归为一类,作粒径梯级频率图 1。

表 2 不同地类土壤表层砂粒粒组分析

砂粒径级 (mm)	平均粒径 (mm)	不同径级砂粒百分含量(%)				
		荒草坡地	马尾松林地	梯田	农坡地	松栎混交林地
>10.0	—	5.93	5.30	7.19	9.37	6.60
5.00~10.0	7.357	17.08	17.81	25.93	22.04	16.55
2.00~5.00	3.387	31.33	24.84	30.88	30.96	22.21
1.00~2.00	1.471	21.13	20.83	18.28	20.40	37.63
0.50~1.00	0.736	15.32	18.33	11.51	12.36	21.46
0.25~0.50	0.368	5.61	7.89	3.95	3.30	7.82
0.10~0.25	0.169	2.82	3.52	1.46	0.98	2.79
<0.10	0.05	0.78	1.48	0.80	0.59	1.09

从图 1 可以看出,在 0.25mm~0.50mm、0.10mm~0.25mm、<0.10mm 3 个小粒径组,砂粒含量都明显存在混交林地最大,马尾松林地次之,荒草坡地第三,梯田第四,农坡地最小的趋势,而松栎混交林地和马尾松林地比较接近,荒草坡地居中,梯田和农坡地也比较接近。在 1.00mm~2.00mm、0.50mm~1.00mm 径级,虽然也存在上述趋势,但 5 个地类已非常接近。粒径>2.00mm 的砾石含量具有和小粒径砂粒含量完全相反的趋势。把具有相同变化趋势,粒径<2.00mm 不同粒径组的砂粒含量进行累加,发现<2.00mm 的砂粒含量农坡地比梯田多 4.53%,荒草坡地比梯田多 26.8%,马尾松林地比梯田多 44.58%,松栎混交林地比梯田多 51.78%。从粒径分布累积频率曲线图 2 可知,5 种地类中小于某一粒径的重要百分比为 50%的粒径 d_{50} 分别为梯田 $d_{50}=2.29\text{mm}$ 、农坡地 $d_{50}=2.26\text{mm}$ 、荒草坡地 $d_{50}=1.70\text{mm}$ 、马尾松林地 $d_{50}=1.32\text{mm}$ 、松栎混交林 $d_{50}=1.31\text{mm}$ 。显然中径 d_{50} 也是梯田、农坡地最大,荒坡居中,马尾松林地和松栎混交林地最小。

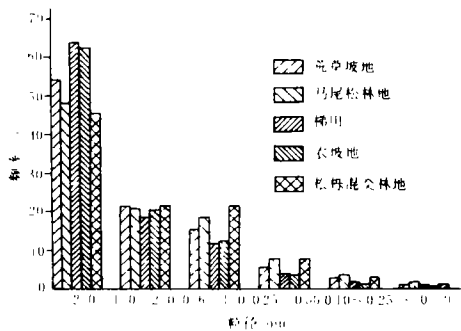


图 1 不同地类粒径分布梯级频率图

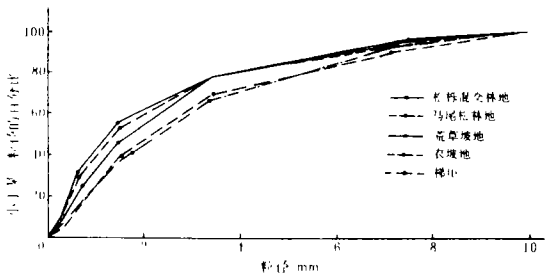


图 2 不同地类粒径分布累积频率曲线

由于在一个小流域中,花岗岩矿物风化的物理和化学条件差别不大,不同径级的砂粒含量存在差异性,就是因为受降雨和径流侵蚀、搬运的结果。在松栎混交林地和马尾松林地,主要是由于受地被物的阴滞,降雨动能被减小,径流流速被阻延,降雨的侵蚀能力和径流对砂粒的起动、搬运能力都减小,从而小粒径砂粒的含量相对较高。荒草坡地虽然产流比较多,但灌草也起到了一定

的保护土壤免遭侵蚀的能力,且荒草坡地的土体比较紧实,砂粒也不容易被起动和搬运。而农坡地和梯田地质比较疏松,人为对表土的干扰比较大,又不是经常有茂密作物的保护,因此较林地容易遭雨滴的直接打击和径流对表土的冲刷、搬运,久而久之,表土的粗颗粒含量增加。虽然梯田的地面坡度较平缓,但试验流域的梯田田面比较窄,梯田质量比较低,没有田埂对径流和泥沙的阻拦,因此梯田中粒径 $<2.00\text{mm}$ 的砂粒累积含量也较低。

由上述可知,花岗岩发育的土壤,在没有地被物覆盖时,遭受侵蚀的程度较严重,粗砂含量较大,农坡地和质量不高的梯田是坡面产沙的主要来源。

4.2 沟道输沙特征分析

作为长江的一级支流,主沟道是坡面泥沙汇集后向长江输移的主要渠道,因此研究主沟道的物理特性及泥沙在主沟道的输移情况对入江泥沙来源的分析有重要的现实意义。

4.2.1 试验流域主沟道的物理特性 流域主沟道全长 2 240m,相对高差 191m,沟底平均比降 8.53%,下游较缓,中上游较陡,图 3 是流域主沟道纵剖面图。沟道平均宽 8.1m,上游较窄,中下游较宽。沟道底床分布有不同粒径的砾石,粒径从 2.0mm~200mm 不等, $<2.0\text{mm}$ 的砂粒除个别低洼部位和有长江回水的平缓地段,沟道内很少有沉积,整个沟道除采石和当地居民建房留下的松散堆积物外,没有自然情况下发生的重力侵蚀。由于花岗岩岩体的整体性强,流域内顺坡方向的节理又不很明显,因此,没有人为开凿扰动,发生重力侵蚀的潜在危险性也不大。

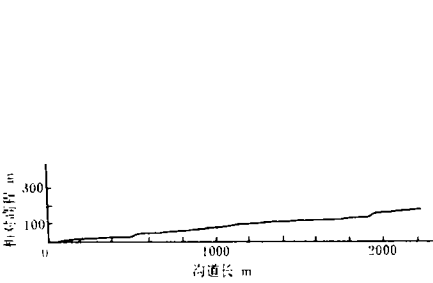


图 3 流域主沟道纵剖面图

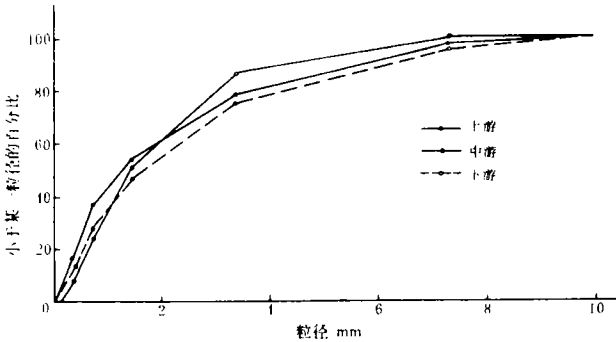


图 4 主沟道不同断面粒径分布累积频率曲线

4.2.2 主沟道不同段面砂粒粒组分析 为了分析主沟道不同径级砂粒的分布情况,从而推断主沟道的输沙特征,在主沟道的上、中、下游三个不同断面部位取沙样进行了砂粒粒组测定,其结果见表 3,并作了主沟道不同断面粒径分布累积频率曲线,结果见图 4。

通过表 3 的分析可知,坡面各径级的砂粒通过集中径流的冲刷搬运,都能达到

主沟道。分析图 4 发现,主沟道不同断面的 d_{50} 明显低于坡面的农坡地、梯田和荒草荒坡地,主沟道上游 d_{50} 为 1.41mm,中游 d_{50} 为 1.27mm,下游 d_{50} 为 1.54mm,说明坡面输移到主沟道的砂粒按其不同径级砂粒的百分含量来说还是小粒径砂粒居多。由于主沟道不同断面的 d_{50} 比较接近,差异不大,沟道很少有推移质泥沙堆积,因此可以推断主沟道泥沙的输移比较接近于 1,也就是

表 3 主沟道不同断面砂粒粒组分析表

径级(mm)	不同径级砂粒百分含量%		
	上游	中游	下游
5.00~10.00	13.28	21.65	24.92
2.00~5.00	35.31	23.56	28.12
1.00~2.00	27.31	17.56	18.68
0.50~1.00	16.33	20.34	15.95
0.25~0.50	6.70	9.71	7.16
0.10~0.25	1.00	5.07	4.64
<0.10	0.07	2.11	0.53

说从坡面进入主沟道的泥沙几乎全部被输入长江。

5 结 论

1. 下岸溪流域花岗岩坡面不同地类 $<2.00\text{mm}$ 砂粒的累积含量松栎混交林和马尾松林地最多,荒草坡地居中,农坡地和梯田最少,农坡地比梯田多 4.57% 。荒草坡地比梯田多 26.8% ,马尾松林地比梯田多 44.58% ,松栎混交林地比梯田多 51.78% 。梯田 $d_{50}=2.29\text{mm}$,农坡地 $d_{50}=2.26\text{mm}$,荒草坡地 $d_{50}=1.70\text{mm}$,马尾松林地 $d_{50}=1.32\text{mm}$,松栎混交林地 $d_{50}=1.31\text{mm}$ 。 $>2.00\text{mm}$ 的砾石含量具有和小粒径砂粒含量完全相反的趋势。

2. 农坡地和质量不高的梯田是花岗坡面侵蚀产沙的主要来源。

3. 坡面各径级砂粒在沟道各断面都有分布,坡面输移到沟道的砂粒按其不同径级砂粒的百分含量来说是小粒径砂粒居多,沟道上游 $d_{50}=1.41\text{mm}$,中游 $d_{50}=1.27\text{mm}$,下游 $d_{50}=1.54\text{mm}$ 。

4. 主沟道泥沙输移比接近于 1。

(参考文献略)

会议简讯

第七届国际雨水集流系统大会(7th IRCSC)在京召开

由国际雨水集流系统协会(IWRA)和中国地理学会水文委员会,中国科学院水资源研究中心、中国水利学会水资源专业委员会共同组织举办的第七届国际雨水集流系统会议(7th IRCSC)于 1995 年 6 月 21 日至 25 日在北京国际会议中心召开。来自 31 个国家和地区的 161 名正式代表参加,其中发展中国家 15 个、发达国家和地区 16 个。中国大陆代表 71 名。

本届大会的主题是:“雨水利用—为了世界人民”,大会分 10 个专题讨论:

- (1)雨水利用综合研究;
- (2)雨水利用的社会、经济、生态环境研究;
- (3)雨水利用的国家和地区经验;
- (4)家庭雨水利用;
- (5)农业雨水利用;
- (6)城市地区雨水利用;
- (7)妇女与雨水集流;
- (8)雨水水质与保护;
- (9)雨水集流的技术与设计;
- (10)雨水利用理论与计算研究。

大会共收到论文摘要 170 余篇,论文 130 篇,汇编成《论文摘要集》和《论文集》上下册。国际雨水集流协会主席霍雨时教授(美国)到会并作了《雨水集流系统在 21 世纪水资源管理中的地位和作用》报告,本届大会组委会主席刘昌明研究员报告为《论雨水资源及雨水利用的内涵》。大会结束前改选了协会,霍雨时教授任名誉主席,新加坡的 Adhityan Appan 先生当选为新一届主席,并决定下届大会将于 1997 年 3 月在伊朗召开。会前代表们参观了河北元氏县雨水集流系统,并在会后去甘肃考察当地雨水利用经验。

(徐学选 供稿)