

云南蒋家沟泥石流成因及其防治措施探析*

丁明涛^{1,2}, 韦方强¹

(1. 中国科学院 水利部 成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041;
2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039)

摘 要:以云南蒋家沟泥石流为研究对象,通过分析其流域的自然地理环境特征和人类活动的影响,并结合泥石流发生的必要条件(地形坡降、水和松散固体物质),探讨了蒋家沟泥石流形成的原因,总结了泥石流灾害在蒋家沟流域的分布规律和特征,最后根据泥石流的危害性特点提出了相应的防治措施。

关键词:蒋家沟;泥石流;成因;防治措施

中图分类号:P642. 23 文献标识码:A 文章编号:1005-3409(2008)01-0020-03

Research on the Cause and Countermeasures of
Debris Flow Hazard of Jiangjia Valley, Yunnan Province

DING Ming-tao^{1,2}, WEI Fang-qiang¹

(1. Institute of Mountain Hazard and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China;
2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract :Debris flow is a type of natural hazard that occurs suddenly in mountainous regions and can bring great damage to the economic development and the lives and property of local residents. Jiangjia Valley in the northeast part of Yunnan province is famous for the activity of debris flow. The cause of debris flow hazard in Jiangjia Valley is analyzed in detail on the basis of both the natural environment in the basin and the economic activity of local residents. Then corresponding countermeasures were put forward according to the characteristics of debris flow. This research is of certain significance to the prediction and mitigation of debris flow hazard in Jiangjia Valley.

Key words :Jiangjia valley ;debris flow ;cause ;countermeasures

1 引 言

泥石流是发生在山区的一种突发性的自然灾害现象,常在顷刻间给山区经济发展和居民的生命财产造成严重灾难。其发生、发展是山地环境退化、地表结构恶变、生态平衡失调的产物。云南东川蒋家沟每年都暴发数次到数十次泥石流,是世界上著名的泥石流沟。蒋家沟流域位于 103°06' - 103°13' E, 26°13' - 26°17' N, 处于云贵高原北部, 乌蒙山脉西缘, 地貌上属滇东北高山峡谷类型。该区岩层破碎, 新构造运动活跃, 地震活动比较强烈。蒋家沟有支沟 200 多条, 其中切沟 154 条, 冲沟 46 条, 其沟岸滑坡、崩塌非常活跃, 储有大量松散固体物质^[1]。其地势东高西低, 相对高差达 2 200 m; 沟内山高坡陡, 西窄东宽; 流域面积为 48. 5 km²^[1]。据中国科学院东川泥石流研究观测站的观测资料, 该沟每年向小江输送泥沙达 200 ~ 300 万 m³, 最大量高达 600 多万 m³^[1-2]。蒋家沟泥石流至今已有三百余年的历史, 其以每年暴发次数多, 规模大, 历时长和危害大而独具代表性, 被誉为“泥石流的天然博物馆”。本文从该区域的自然环境条件及人类生产活动的影响活动方面, 对泥石流成因进行初步探讨, 并提出其相应的防治措施。

2 泥石流形成条件分析

影响泥石流形成的自然因素很多, 但起决定作用的是地质、地貌、气候、水文、植被等自然因素, 这几种因素的有机组合, 便构成了泥石流形成的 3 个基本条件: 陡峻的地形、足够的水源和丰富的松散固体物质。这些条件和因素在一定时空范围内, 同时或依次出现, 促成泥石流的形成和暴发。因此, 泥石流是一定自然条件组合作用下的产物, 而且它具有一定的空间性和时间性。

2.1 地层岩性与地质构造

该区域岩层主要是花岗岩及其风化物, 上覆第三纪的红层。燕山期及少量加里东期的花岗岩, 因其形成年代久远, 加上该区高温、降水和生物的作用, 其物理、化学和生物风化作用强烈, 风化壳很厚, 有的风化土厚度可达 50 m 左右。部分区域变质岩如片麻岩其劈理发育的产状与坡向一致, 沿劈理面易产生斜坡变形; 三叠纪的砂岩、泥岩易风化, 遇水易软化, 饱水后其力学强度降低较快。

岩层走向为南北、北东和北西, 这三组断裂带交叉分割, 致使地表支离破碎, 水土流失非常严重。该流域出露的地层主要为下元古界昆阳群浅变质岩, 其面积约占整个流域面积

* 收稿日期: 2006-09-21
基金项目: 中国科学院山地灾害与环境研究所创新前沿项目 (C3200307)
作者简介: 丁明涛 (1981 -), 男, 山东日照人, 硕士研究生, 主要从事泥石流减灾理论与技术研究。

的 80 %。根据岩性和岩层颜色的差异可以分为上下两组:下组为灰黑色的砂岩和板岩,岩性软弱,易风化成薄板或碎块,主要分布于门前沟、查箐沟、多照沟的下游和梅子树沟及老蒋家沟沟口以上的主沟两岸;上组为紫红色的砂岩和板岩,岩性软弱,极易风化,主要出露在多照沟上游和中游左侧分水岭地带的支沟沟谷下部^[1]。

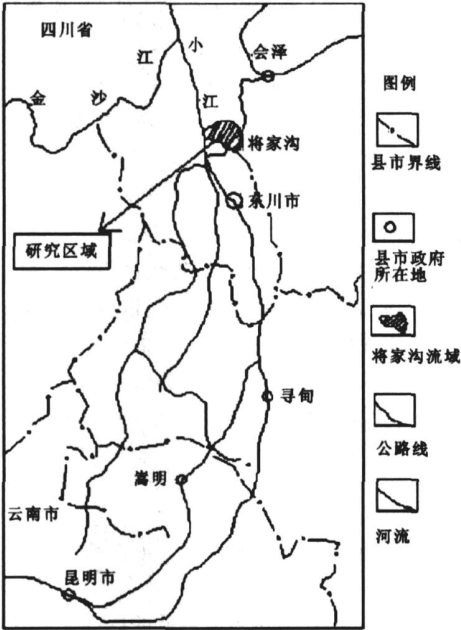


图 1 云南东川蒋家沟平面位置

2.2 地形地貌

蒋家沟流域地貌具有明显的成层性,从高到低依次有 4 层,分别是山顶剥蚀面、古泥石流堆积台地、老泥石流堆积台地和近代泥石流堆积滩地。4 层地貌的共同特征是:具有较厚的松散堆积层,地面起伏平缓,彼此之间由坡度较大的陡坡段分隔开。陡坡从高到低依次为上、中、下 3 段(见图 2)。4 层剥蚀 - 堆积地貌与 3 段陡坡地共同组成了整个流域地貌格局。

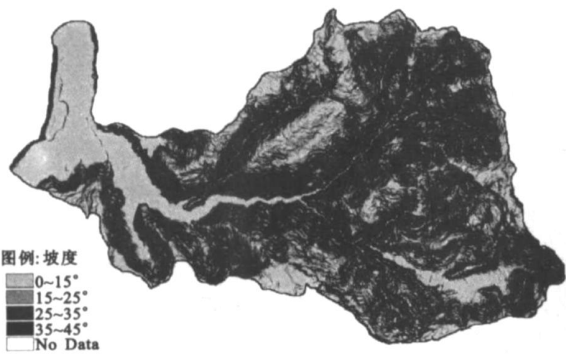


图 2 蒋家沟流域坡度

2.3 气象与水文

蒋家沟流域处于丰雨带,年降雨量在 800 ~ 1 000 mm;干湿季分明,垂直气候分布明显。雨季为 5 - 10 月,其降雨量占年降雨量的 85 %以上;旱季为 11 月至次年的 4 月,降雨量尚不足年降雨量的 15 %;并且,暴雨和阵雨约占年降雨量的 50 %以上,暴雨中心大多出现于流域内 2 500 ~ 3 000 m 的地带^[2]。

蒋家沟流域的降雨有以下特点:(1)降雨多发生在夜间(表 1),6 个观测站点的夜雨量百分比都达到 70 %以上,其

中陈家梁子达到 82.51 %;(2)降雨主要集中于雨季(表 2),3 个观测站点的汛期降雨量都占到年均降雨量的 87 %以上。

表 1 蒋家沟 7 - 8 月降雨量及夜雨情况

观测站点	总雨量/ mm	夜雨总雨量/ mm	夜雨量/ %
蚂蚁坪	318.5	237.5	74.57
陈家梁子	180.95	149.3	82.51
阴家凹子	183.80	142.5	77.53
上凹子	187.65	135.95	72.45
弯房子	338.60	252.90	75.10
东川观测站	201.35	141.05	70.05

注:夜雨观测时间为 18:00 至次日 6:00。

表 2 1966 - 1999 年汛期降雨量

站名	年均降雨量/ mm	汛期降雨量/ mm	汛期雨量/ %
落雪站	1143.7	1013.7	88.6
汤丹站	829.9	724.8	87.3
新村站	693.1	609.0	87.8

2.4 植被与土壤

据有关森林资源调查统计^[3],在该流域内林地面积只有 405 hm²,森林覆盖率仅有 4.2 %,加上灌木和林地,其森林覆盖率也不超过 5.3 %,山体裸露达 94.7 %,其中陡坡开荒占 27.7 %;其余大部分都属于碎山和冲沟,加之粗放型的耕作制度,长期陡坡开荒,导致泥沙从坡面进入沟的底部,每逢雨季到来,地表径流发生,江河泛滥;旱季风沙特别大,干旱频繁,每逢暴雨,流水携沙带石,顺坡而下,肥土大量流失,造成土壤日趋贫瘠,土地的抗灾能力十分薄弱,另一方面增大了泥石流固体物质的来量,为泥石流的形成发生创造了有利的物质条件。

2.5 人类活动的影响

该区域的人类工程活动有农耕、场镇建设、开山采石、筑路、修建水电站等,目前对地质环境的破坏有一定的影响。但随着经济不断发展,其危害呈现逐渐加剧态势。特别是在公路沿线,开山取石、切坡开挖形成高边坡、过沟填路形成高填方、水电站闸坝库区的地下水位升降变化等,对地质环境有一定的破坏作用,都有可能引发地质灾害。可见,流域内丰沛集中的降水、陡峻的地形和丰富的松散固体物质,为泥石流的形成发展提供了极有利的条件,加之人类活动的剧烈影响,从而增大了泥石流发生的频率。

3 蒋家沟流域地质灾害分布特征

通过实际调查及结合前人已有资料绘制出蒋家沟不良地质灾害分布(图 3),由该图可以看出沟内不良地质灾害分布的规律:

首先,不良地质分布与地层岩性具有密切的关系,主要体现在:(1)古老而破碎的岩石分布区,泥石流强烈发育;(2)构造变动剧烈的层状或结构状岩组碎裂分布区,泥石流非常发育;(3)第四纪及新生代沉积物分布区,泥石流较发育;(4)构造活动较弱、质地坚硬的岩石分布区,泥石流活动较弱。其次,不良地质分布与地貌具有密切关系,主要体现在泥石流 3 个集中分布区:高山深谷 - 泥石流集中分布区、高山宽谷 - 泥石流集中分布区和高原台地 - 泥石流弱活动区。

综上所述,泥石流分布除了受到大的地貌、地质和气候

控制而有一定的区域分布规律外,也受到一定的其它外力因子的作用,出现局部的区域性特点。

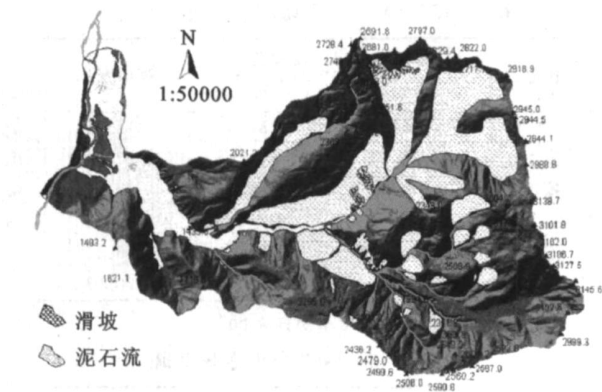


图 3 蒋家沟不良地质灾害分布

3.1 沿深切切割地貌,迎风坡密集分布

蒋家沟流域位于乌蒙山西坡,正对着印度洋夏季气流前进方向,故属迎风坡多雨区。从不同海拔带面积来看,流域 1/3 的面积处于强烈暴雨和丰水高度带内,故可为泥石流提供丰富的水源。

3.2 沿深大断裂带集中分布

蒋家沟流域位于康滇地轴东缘的小江深大断裂带内,小江断裂的东西两支正好在蒋家沟下游交会。深大断裂构造带不仅提供了数量巨大的松散碎屑物质,还赋予小流域沟谷发育以有利环境,促使这些地段成为数量众多,分布密集的泥石流活动带。

3.3 沿生态环境严重破坏地带分布

因修路、筑路、采矿、伐木、开荒等人为活动不当,引起地表植被、土壤抗蚀层破坏,矿碴废土乱弃,斜坡地失稳、沟谷阻塞、排水不畅、地下水水位上升等,促使老泥石流复活或引发新的泥石流产生。

4 防治措施

改革开放以来,随着我国社会、经济的高速发展及防灾减灾科学的进步,在“以人为本”的方针下,政府部门高度重视自然灾害的防治管理,灾害的防治技术也日益成熟,其中泥石流的防治措施主要有工程措施和生物措施。

4.1 工程措施

泥石流防治的工程措施^[4-5]是指在泥石流的形成、流通、堆积区内,兴建相应的蓄水、引水工程,拦挡、支护工程,排导、引渡工程,停淤工程以及改土护坡工程等,控制泥石流的发生和危害。这类防治工程措施,一般适用于泥石流规模较大、活动比较频繁、松散固体物质补给量大及水动力条件相对集中的区域,保护重要对象(防治标准要求高,一次性解决问题)的情况下使用。

4.2 生物措施

生物措施是泥石流防治的重要组成部分。一般采用乔、灌、草等植物进行科学地配置营造,充分发挥其滞留降水、保

持水土和调节径流等功能,从而达到预防和制止泥石流发生或减小泥石流发生规模,减轻其危害程度的目的。

针对蒋家沟流域的环境特点,可以在整个流域采取生物措施,我们可以从以下 3 个方面入手:

(1) 提高森林覆盖率。鉴于蒋家沟泥石流辖区森林覆盖率低,森林资源较少,宜林荒山多的特点,可以采用以华山松树种为主,其他树种为辅的植苗造林方法,并加强技术指导与管理,确保造林的成活率和保存率。

(2) 依法治林,保护森林资源。认真贯彻宣传《森林法》及其它相关的政策、法规和法令^[4],对当地居民进行科普教育,切实保护好森林资源,对乱砍滥伐、毁林开荒者,必须坚决制止和严厉处理,各级领导应该充分认识到保护森林资源的重要性。

(3) 退耕还林,退牧还林。退耕还林不仅能够改善生态环境,而且还能促进农村的经济发展,以国家实施退耕还林工程的政策为坚强后盾,把不合理的耕地和 25° 以上的坡耕地纳入退耕还林的范畴,植树种草并给农民以实惠政策,将从农业生产中解放出来的剩余劳动力转移到其他产业中去,从而提高农民的经济收入,培植新的经济增长点。

5 结 论

(1) 蒋家沟流域属于暴雨型泥石流的典型区域,论文详细论述了蒋家沟流域的地形、地貌、地层岩性、气象、水文等自然地理环境条件,并探讨了泥石流的成因,得出控制面积小、历时短、强度大的单点暴雨,是该区形成灾难性泥石流的主要激发因素。

(2) 根据蒋家沟流域的环境背景,治理其泥石流灾害主张采取生物治理措施,从根本上遏制泥石流的发生。从长远角度看,蒋家沟流域的防治措施:近期可以采用工程措施,先修建一批排导工程、拦沙坝工程、格栅坝工程及停淤场、沟坡整治工程等,把泥石流灾害造成的损失减少到最小,为后期生物措施的实施奠定坚实的基础。这样采取工程措施和生物措施相结合的方案,其治理效果会更佳。

致谢:本文使用的蒋家沟泥石流有关资料,来源于中国科学院东川泥石流观测研究站,对全体同仁的支持和帮助表示感谢!

参考文献:

- [1] 吴积善,康志成,田连权,等. 云南蒋家沟泥石流观测研究[M]. 北京:科学出版社,1990:1-3.
- [2] 李昌志,曹叔尤,彭清娥,等. 蒋家沟流域输沙预测模型初探[J]. 泥沙研究,2000(4):45-50.
- [3] 彭云山. 浅谈蒋家沟泥石流治理[J]. 中国林业,2004,3(1):37-38.
- [4] 陈崇明. 云南东川市泥石流防治[J]. 中国地质灾害与防治学报,1998,9(4):70-73.
- [5] 游勇,吴积善,程尊兰. 蒋家沟下游泥石流导流堤冲决原因及防治对策[J]. 灾害学,2001,16(2):14-17.