

云南东川蒋家沟泥石流发生、 发展过程的初步分析*

李 斌 陈琴德

(中国科学院成都地理研究所) (中国科学院兰州冰川冻土研究所)

康志成

(中国科学院成都地理研究所)

云南东北部的小江流域是我国暴雨型泥石流集中发育的地区之一。在小江众多的泥石流支沟中蒋家沟是爆发最频繁、规模最大、危害最严重的一条泥石流沟。

蒋家沟泥石流至今已有一百多年的历史。它的出现主要是由历来滥砍滥伐森林所造成的。长期以来,泥石流一直危害着东川地区的工农业生产,但得不到治理。从1953年起,东川人民对蒋家沟泥石流的防止治理进行了大量的工作。云南冶金二矿于1961年开始观测泥石流,1964年后在沟口设立了泥石流治理工地,建立了泥石流观测站。与此同时,中国科学院、北京大学等许多单位会同矿务局调查研究了蒋家沟的泥石流,积累了大量资料,对泥石流的动、静力学特征和形成机制,以及泥石流对工程建筑物的作用等有了一定的了解¹⁾。对蒋家沟泥石流采取了一系列防止措施,主要有:沟口修筑了一条长约3公里的导流堤;主沟和支沟上修建了挡坝和谷坊群;宽谷段设停淤场;上游开挖排水沟并大力植树造林。这些措施起到了一定的作用。例如,导流堤迫使泥石流按指定的方向流去;停淤场每年停积上百万方固体物质;上游局部地区幼树已经成林,水土保持措施开始发挥减少地表径流的作用。因此小江不再被堵,保证了工农业生产的安全。导流堤外侧的堆积扇上,新开出了千余亩稻田,均获得了好收成。

一、蒋家沟流域泥石流概况

蒋家沟位于云南省东川市北部,水流由东向西汇入小江,沟长12.1公里。流域面积47.1平方公里;流域地势呈东高(最高海拔3,269米)西低(最低为1,088米)的阶梯形;流域形态呈东宽(7公里)西窄(2公里)的葫芦瓢状(图1)。

蒋家沟流域共有大小沟道178条,主要有门前沟、多照沟、查箐沟、大四子和老蒋家沟。除老蒋家沟外,其余均为泥石流沟(图2)。

根据多年观测,蒋家沟每年都爆发泥石流,其中爆发最多的一年达28次(表1)。在主沟中泥石流主要以阵流形式出现,一般历时为4—5小时,有阵流80—100阵。阵流的

* 姚德基、罗德富等同志对本文提出了许多宝贵意见,特此致谢。

1) 马福乃,云南东川蒋家沟泥石流流速分析,全国地貌学术会议论文,1978年。

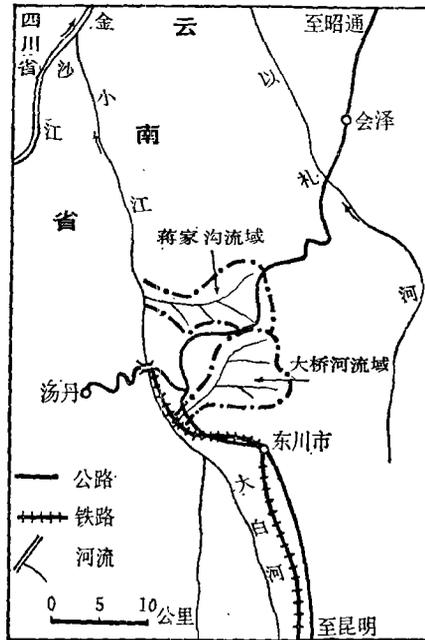


图1 蒋家沟流域位置图

“龙头”高度大多为 1—2 米(照片 1),最高达 4.7 米。最大流速为 15 米/秒,最大瞬时流量为 2,420 米³/秒¹⁾(1966 年 6 月 17 日)。流动中的泥石流酷似搅拌好的混凝土砂浆,容

表 1 蒋家沟各年泥石流爆发次数表

年份	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
爆发次数	28	17	15	14	6	未观测	未观测	3	4	22	12	9	5	9

重(一般为 1.8—2.0 吨/米³,最高达 2.37 吨/米³)和粘度(最大为 35 泊)都很大(照片 2),直径 5—6 米的原状土体犹如航船随泥流体漂浮前进而不崩散²⁾,且能将直径 5—6 米的巨石沿沟床推至岸边(照片 3)。据观测,蒋家沟一次泥石流最大输出量达 37 万立方米。象这样爆发频繁、规模巨大的泥石流,不仅我国罕见^[1,2],在世界上亦少有^[5,7,11]。每到雨季,泥石流奔腾而下,冲毁淤埋下游的农田、道路、村庄和厂房,甚至顷刻之间可将流量每秒达数百立方米的小江堵断,形成湖泊,回水十余公里。近 40 年来泥石流曾堵江七次。仅 1968 年的堵江就损失粮食 250 多万斤,中断交通三个多月,损失人民币 150 多万元。

泥石流对上游地区的危害亦甚严重。由于泥石流沟谷溯源侵蚀强烈,沟谷上游又有下切和侧蚀,致使沟谷两岸坡面切割破碎,土体极不稳定,崩塌、滑坡普遍发育(照片 4、5)。泥石流使得耕地面积迅速缩小,许多村庄屡遭搬迁 当地居民的生命财产受到严重威胁。

1) 蒋家沟冬季的清水流量为 0.1—0.5 米³/秒,约为小江同期流量的 1/50—1/20,而其最大的泥石流流量却为同期小江最大流量的 4 倍多(小江最大流量为 531 米³/秒)。

2) 见蒋家沟泥石流电影资料片,1974 年拍摄。

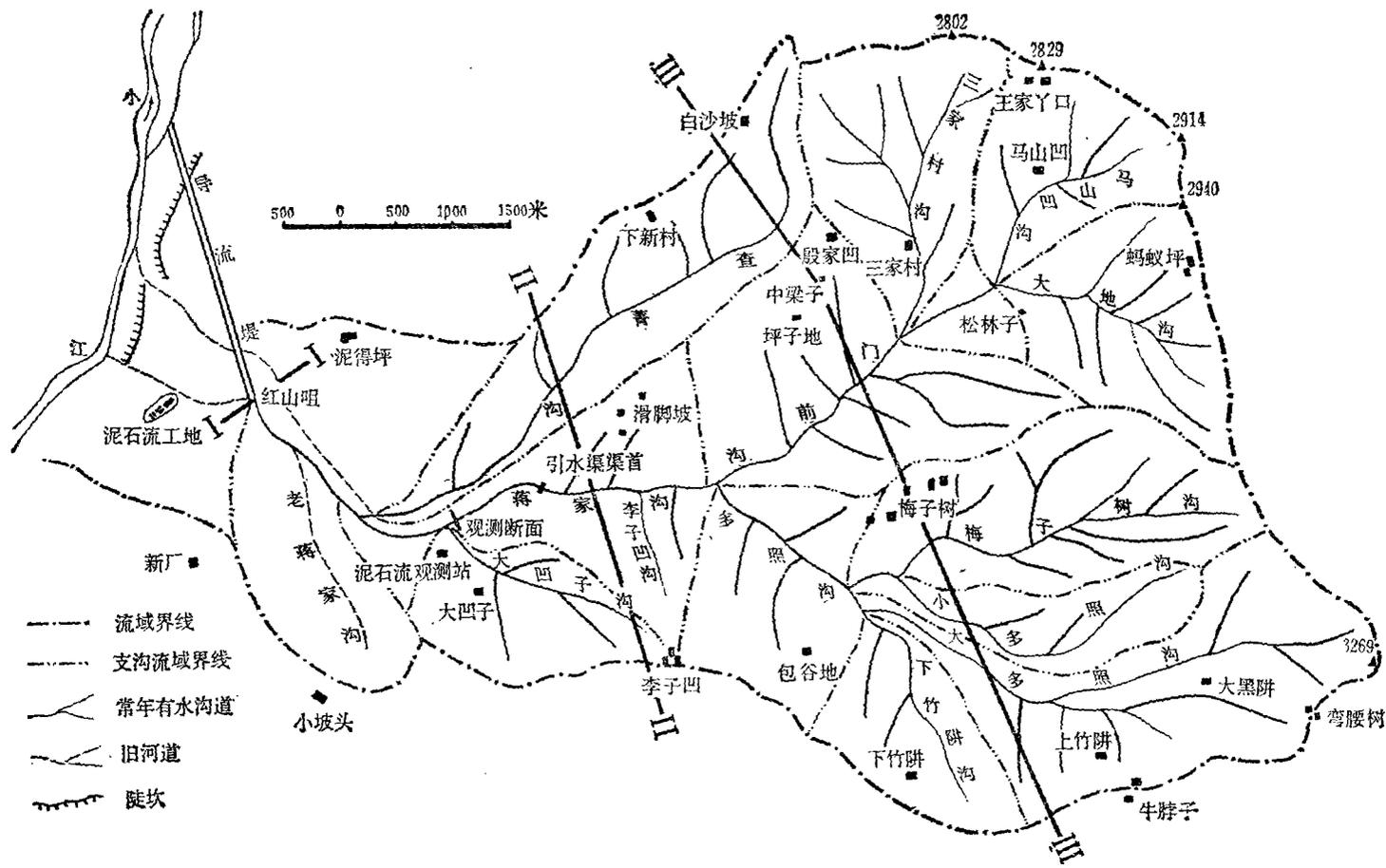


图2 蒋家沟流域图

二、蒋家沟泥石流的形成条件

蒋家沟泥石流的形成条件错综复杂。除了独特的自然条件外,人类经济活动是蒋家沟泥石流形成的另一重要原因。

1. 自然条件对泥石流形成的影响

流域的自然条件是泥石流形成的必要因素,它不仅决定着能否发生泥石流,并且还影响着泥石流固体物质提供的形式、快慢和多少。蒋家沟地区处于东川陆台的西缘,蒋家沟适发育在与小江深大断裂(南北向)大致相垂直的次一级断裂构造线上。区内褶皱、断裂十分发育。新构造运动强烈。流域内分水岭地区露有较坚硬的震旦系白云岩、少量二迭系灰岩、玄武岩和第三系角砾岩等,下元古界姑庄板岩占全流域 80% 的面积。系泥石流固体物质的主要补给源。姑庄板岩在小江深大断裂的长期影响和新构造运动的直接作用下,褶皱强烈,板理清楚,节理发育,形成构造破碎型岩层(大多为 3—5 厘米或 7—10 厘米的碎块),抗风化侵蚀能力很差。分水岭地区较坚硬的岩石也因几经构造变动而破碎成直径为 50—100 厘米或更大的石块,成为泥石流漂砾的主要来源。

此外,流域内分布有第四纪松散堆积物。沟谷两侧不仅发育有一级高出沟床 100 米左右的基座阶地,堆积物为亚粘土和砾石层;而且还发育有二级夷平面,上覆有棕黄色或红色亚粘土层,厚度为 1—3 米。二者是泥石流细粒物质的主要源地。

自晋宁运动以来,小江大断裂一直频繁活动,第四纪新构造运动使山体上升强烈,沟谷下切,两岸谷坡陡峻。蒋家沟沟床纵比较较大,干流平均纵坡为 15.2%,堆积扇部分是 5%,红山咀至引水渠首为 6—7%,渠首至多照门前两支沟会口处为 8—9%,两支沟沟口以上达 15—35%。蒋家沟流域松散物质的边坡大多为 35—38°,个别的甚至呈直立状态,而许多基岩边坡在 45—50° 左右(大部是破碎基岩)。高山深谷和大的纵坡为泥石流的形成提供了有利的地形条件。

新构造运动强烈的小江断裂带,也是地震的强烈活动带。强烈而频繁的地震,使岩体更为破碎,稳定性更差,产生各种重力作用,而为泥石流提供更多的固体物质。据史料记载,小江断裂南北长三百公里范围内,烈度为九至十度的地震几乎每百年有一次(1733 年,1833 年,1966 年),其中 1733 年和 1966 年两次大地震(烈度 9 度)的震中都在东川地区¹⁾。如:1966 年 2 月东川地震时,山谷土石崩坠,烟雾弥漫,许多老滑坡体复活,同时出现了许多新的大滑坡。其中有一个大滑坡因地震而崩落的土体约 60 万立方米,堵塞了门前主沟,构成一座 44 米高的天然坝,构成宽 50 米、回水 100 余米的堰塞湖,致使当年夏季形成了特大泥石流。

蒋家沟泥石流的爆发与降雨量关系密切。流域内降水的垂直分带性和干湿季分明是极有利于泥石流形成的。河谷区年降水量仅 600—700 毫米,而山岭区年降水量达 1,200 毫米,降水随高度递增有利于地表径流的形成;5—10 月雨(湿)季降水可占年总降水量的 85—90%,其中最大降水月份(一般是 7 月)可占总降水量的 30%,而由集中降水所形成

1) 国家地震局,中国强震简目,地震出版社,1977。

的洪流在陡峻的瓢状流域中必然汇流迅速、来势凶猛,具有极强的冲刷能力。据资料分析,当地的泥石流形成时,日降水量大于 20 毫米。每年的 11 月至次年 4 月的干季为泥石流固体物质积聚期,物质经积聚充分后,在上述水文气象条件配合下,便可形成泥石流。蒋家沟流域上游只要有中雨(日降雨量大于 20 毫米)到大雨就会爆发泥石流,而且降雨面积越大,强度越高,历时越长,泥石流也就越大。由于 7 月份降水量最大,所以泥石流出现的次数也最多,一般可占泥石流全年爆发总数的 50—60%。泥石流每年最早爆发的时间是 5 月上旬,最迟可延到 9 月。

在这样的条件下,大量的固体物质被水流冲刷挟带,先生成流量不大的稀性泥石流;后经沿途不断的掏刷沟床和冲刷坡脚,出现大规模的崩塌、滑坡而使沟床内挟带的固体物质越来越多,生成极为粘稠的、水和泥砂石块混为一体的粘性泥石流。

2. 人类不合理的经济活动在泥石流形成中的作用

大量史料证明,蒋家沟的历史自然景观绝非今天这个样子。两、三百年以前的蒋家沟植被茂密、林木丛生;小江则是物产丰富的交通要道。《东川府志》记载:“东川物产丰饶,有花生、木耳……”,“小江阔四五丈不等,长百余里,受阿旺诸水汇于三江口,经象鼻岭入金沙江,水灌沿江田亩”。蒋家沟对岸达朵公社一石碑记载了清乾隆廿年(公元 1750 年)在小江建桥的情况,那时小江清澈、流缓,桥长十二丈。又如《东川铜矿史》详尽记述了该区从东汉开始至 18 世纪达到高峰的土法采铜炼铜的史实,描述了当时铜矿处于“密树交荫”,“少见天日”的“丛山乱箐”之间,有“瘴气”袭人,有“凶兽”出没,可见昔日林木之茂密。然而,由于这里蕴藏着丰富的铜矿,就成了历代封建统治者炼铜铸币获取财富的“聚宝盆”。他们不顾遗患,开山挖矿,伐薪烧炭,土法炼铜。史料记载,炼铜一百斤需炭一千斤;清乾隆炼铜最盛时期铜最高年产量为一千六百万斤,需炭一亿六千余万斤,需砍光近十平方公里的森林才够烧炭之用。现在蒋家沟流域及其附近的炭棚村和炭窑子村都是当年伐薪烧炭的历史见证。经过漫长的岁月,统治者对铜矿的攫取日甚一日,林木的砍伐随之由矿区向四周扩展,以至百里之外,到清朝中期已濒于“硎老山荒”的危境。昔日景况繁荣,浓荫蔽日的蒋家沟流域逐渐变成破岭荒山,水土流失日益严重。就这样,泥石流从无到有,由弱到强,逐步蔓延,最终发展成今日危害十分严重的泥石流沟。由此足见,蒋家沟泥石流是在森林植被受到破坏时开始出现,而当植被遭到彻底浩劫之后迅速发展的。因而,本流域内滥砍滥伐森林植被是泥石流形成的激发因素。大片砍光森林植被而招致泥石流危害的例子在美国、苏联、法国、意大利、奥地利和日本都有过不少的报道^[6-10],并普遍认为,泥石流在不合理的人为因素影响下日趋加剧。这个问题值得我们予以重视。

三、蒋家沟泥石流发展的过程

根据史料和有关森林破坏的资料推算,蒋家沟发生泥石流的时间距今并不遥远。下面我们从流域上游段的沟谷侵蚀,下游段的堆积以及人类经济活动的变迁来分析一下泥石流迅速发展的过程。

1. 从沟谷的侵蚀看泥石流的发展

蒋家沟流域的沟谷侵蚀十分强烈,侵蚀模数高达 $5 \text{ 万米}^3/\text{公里}^2 \cdot \text{年}$,比世界上许多泥

泥石流流域都高^[7,10]。一般来说,沟谷的形成和发育受制于地质构造、岩性和水文气象等要素,但是,大片森林植被遭毁后所出现的严重水土流失以及泥石流所造成的强烈下切、侧蚀,对沟谷的发展也起着十分重要的作用。本区沟谷侵蚀的特征是:(1)冲沟极其发育。流域内长度超过 500 米的冲沟共 178 条,大多发育于谷坡的下半部,少数冲沟已溯源侵蚀到夷平面边缘。冲沟的下切深度,在沟口往往达几十米甚至上百米,而在沟头却只有 5—10 米;但在夷平面边缘,冲沟沟壁几乎垂直,深度达 400—500 米。由于冲沟发育,故坡面被切割得支离破碎,形成千沟万壑之势,切割密度达 3.2 公里/公里²。(2)主沟幽深狭窄(深达 200—300 米,底宽最窄处仅 5—10 米),谷坡陡峻(达 40° 以上),呈 V 型谷,两岸有大量的崩塌滑坡。据实地调查,全流域因沟谷下切而引起的崩塌滑坡的面积达 21.3 平方公里,占全流域总面积的 47% (图 3)。

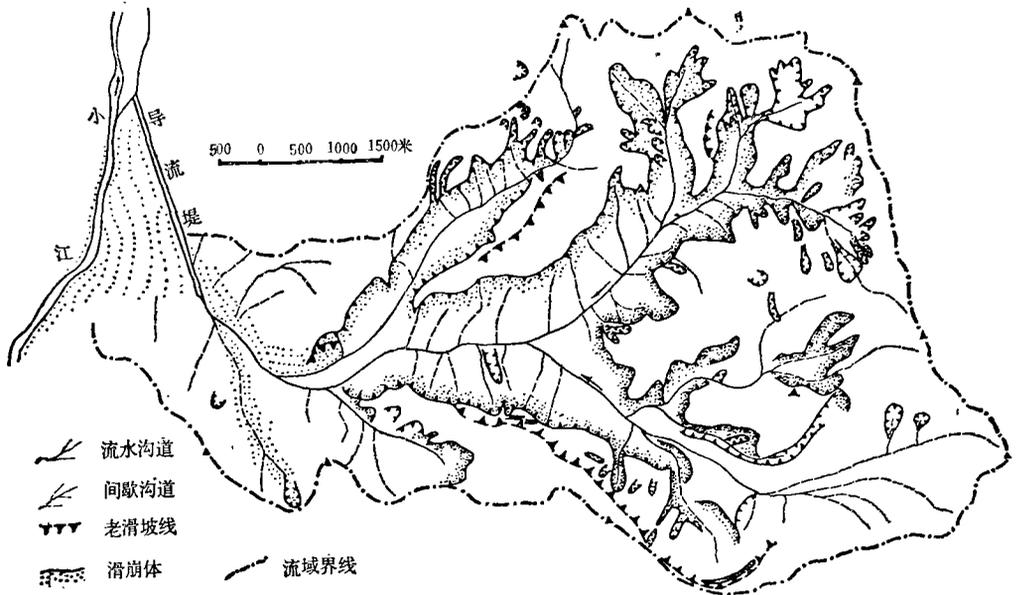


图 3 蒋家沟流域重力侵蚀图

蒋家沟流域沟谷的强烈侵蚀有助于泥石流活动的加剧,因为在当地岩性、坡度和水文气象因素都有利于泥石流形成的条件下,沟谷密度和下切深度的增加,意味着泥石流补给面积的增大和补给量的增加。经观测证明,每当暴雨来临,洪水先在大小支沟中冲刷沟床,形成粘稠的小股浆体,然后汇集到主沟沟槽中构成泥石流,而泥石流活动的本身又加剧了沟谷的侵蚀作用。因而,泥石流作用和侵蚀作用相辅相成,互相促进,结果使坡面遭受日益严重的破坏。例如:门前沟尹家凹一带,冲沟每年以平均 1—2 米的速度进行溯源侵蚀;多照主沟左岸一次崩塌使壁后退 5 米;在支沟和主沟中,一次泥石流过境使沟床下切 3—5 米以至 10 余米。此外,沟床纵断面测量资料也表明,1967—1973 年间,门前沟上游大地沟沟口实际下切深度为 6.50 米,每年平均下切 1.10 米;多照和门前两支沟汇合处实际下切深度为 2.80 米,每年平均下切 0.47 米。现以后一下切速度作一概略推算,则得到多照、门前两支沟汇合处以往下切百余米所需的时间为 200—300 年,在此期间大地沟口下切深度约为 200—300 米(图 4)。

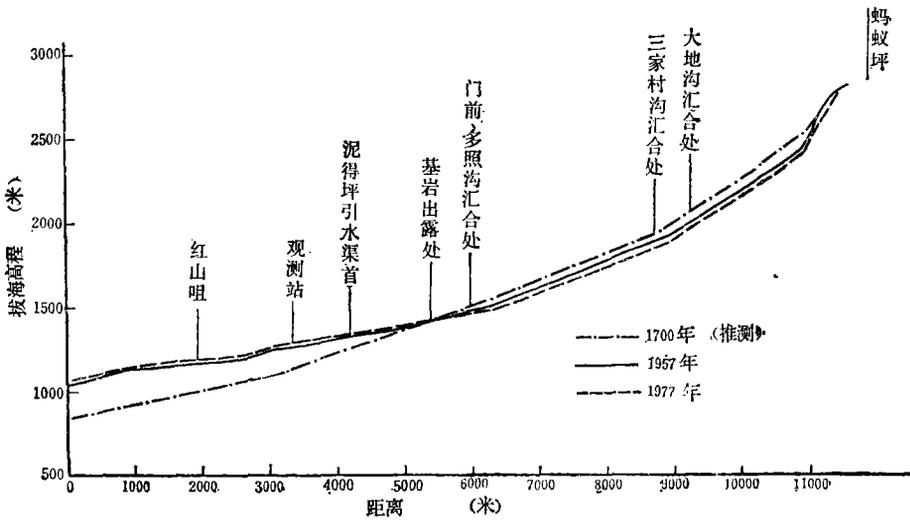


图 4 蒋家沟纵断面图(沿门前沟)

由上可见，蒋家沟泥石流沟谷侵蚀由弱至强的发展过程，必然会反映于谷型的变化上；而沟谷的发展及其引起的大量崩塌滑坡所造成的谷型变化，又恰恰是泥石流作用增强的重要识别标志。野外调查证实，当今的蒋家沟（即主沟）是在一条古宽谷内下切而成的，呈深切V型峡谷。古宽谷谷坡较缓，深切的V型谷谷坡陡峻，两者的坡折点，即为谷肩。谷肩乃是古宽谷谷底的一个组成部分。恢复了的古宽谷谷底状况见图5、6。事实证明，近

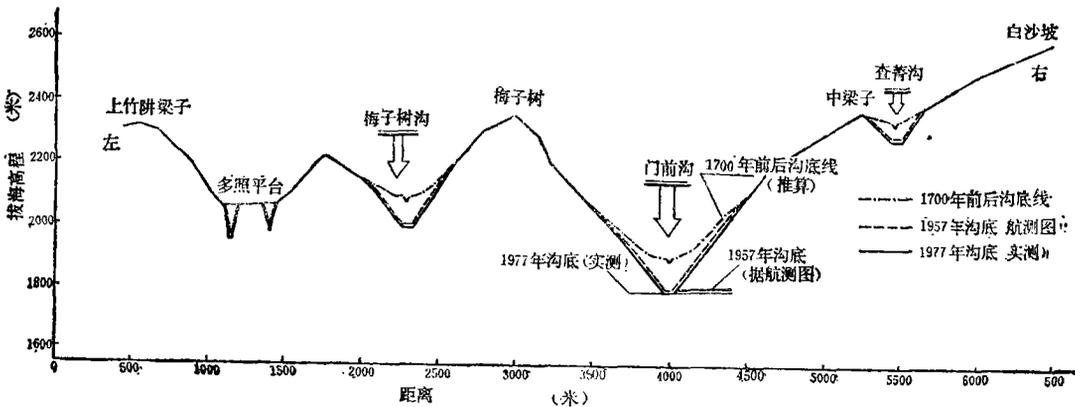


图 5 蒋家沟横断面图 III-III

代的泥石流是在下切古宽谷谷底时得到补给的。多照平台就是一例。在这种情况下，谷坡下陡上缓，且临空面高耸，古宽谷谷底是泥石流固体物质补给源地，宜于向主沟内产生大规模的崩塌滑坡，使泥石流愈演愈烈。

2. 从泥石流的堆积看泥石流的发展

泥石流堆积是在特定的条件（主要是纵坡和沟床形态的变化）下产生的。蒋家沟泥石流每年从上游冲出的大量固体物质，除沿途粘附停积的和流入小江被江水挟带走的一部

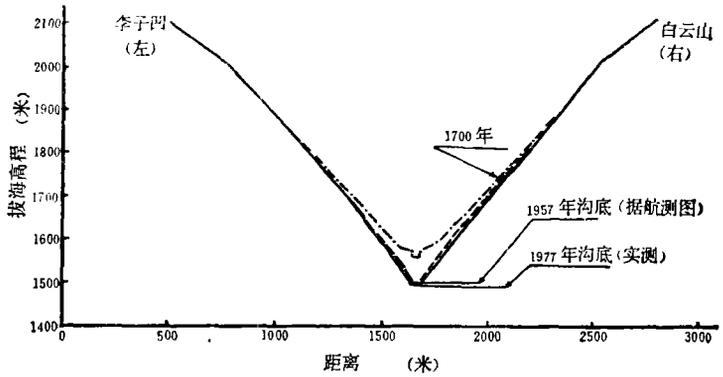


图 6 蒋家沟主沟横断面图 II-II (门前沟多照沟汇口以下 150 米)

分外, 其余均停积在沟口处。十余年的观测资料表明, 蒋家沟每年平均冲出的固体物质, 约 250 万立方米 (1965 年最多达 500 万立方米)。

目前, 蒋家沟泥石流堆积区包括两部分, 即从泥得坪引水渠首到红山咀的淤积河段和红山咀以下至小江边的堆积扇。淤积河段全长约 3.3 公里, 占主沟长度的 27.3% (照片 6)。此段内有大凹子沟、查箐沟和老家沟汇入, 其中查箐沟的泥石流十分粘稠, 因此在宽平的蒋家沟淤积河段中形成一个高出主沟床 20—30 米的堆积扇。1957—1977 年间, 观测断面处淤高 25 米 (图 7), 平均每年淤高 1.33 米¹⁾。因此在该段出现了主沟床高出支沟——

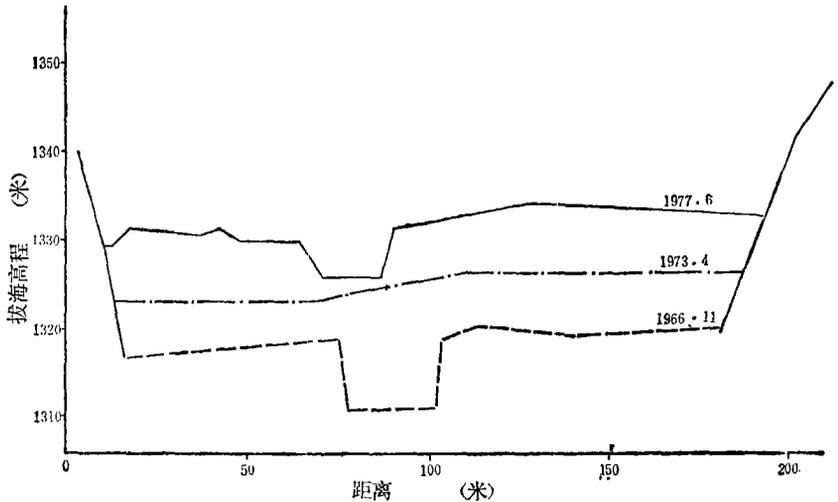


图 7 蒋家沟观测断面淤积变化(实测)

老蒋家沟沟床 50 余米的反常现象, 使老蒋家沟变成大洼塘。据分析, 淤积河段距堆积扇较远, 在泥石流发展的早期应属流通段, 故其总淤积厚度不会太大, 估计在 50—80 米之间。

红山咀以下的堆积扇南北宽 3 公里, 东西长 1.5 公里, 面积 1.79 平方公里, 扇面平缓,

1) 除查箐沟堆积扇对其有影响外, 还受 1974 年三块石处修建的五米高档坝的影响, 此档坝为以后的大泥石流所毁。

纵坡小(4—5%),呈喇叭形。由于泥石流堆积很盛,堆积扇前缘紧逼小江,使小江在该段宽 650 米的河谷中河床收缩仅存 40—50 米;同时由于堆积扇不断增高,致使堆积扇前缘形成高达 30 余米的泥石流堆积物的峭壁,因而小江在这深邃的峡谷中迂迴穿行。由于老泥石流的主流线与小江大致相垂直,大量固体物质直泻小江,很易造成堵江事故。1964 年,沿扇的右侧修筑了一条人工导流堤,将泥石流导向小江下游宽谷段,故近年来堆积扇呈不对称畸形发展。

蒋家沟堆积扇的不断淤高,目前出现有和一般洪积扇不同之点:扇顶不在沟口,而是在沟口上游 2—3 公里处,同时随着泥石流的不断淤积,扇顶继续向上游伸展。1967—1977 年的 11 年间,红山咀下方的沟床淤高近 30 米,每年平均淤高 2 米多,而扇顶则向沟口上游伸展了近 2 公里。

值得提出的是,红山咀段沟谷谷坡陡峭,谷底宽平,这完全是沟床不断被淤高的结果(图 8)。如果按每年平均淤积 0.5—1.0 米计,则最近两百余年内,该段的泥石流淤积厚度

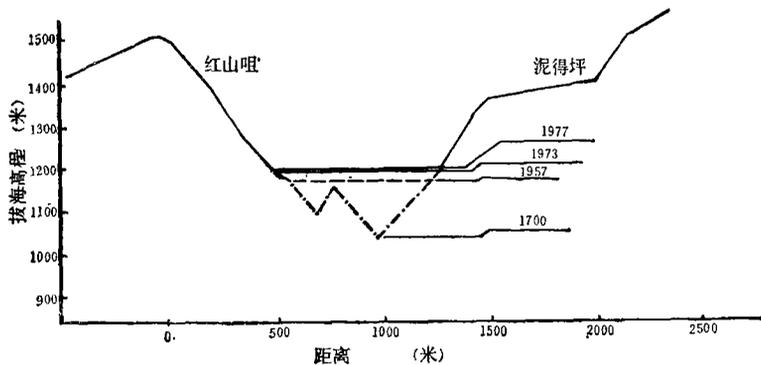


图 8 蒋家沟横断面图 1-1

达 100—150 米。这一数据不仅为大量访问资料所证实,同时谷坡的发展趋势和向堆积物深处伸展的谷坡情况,亦大致符合这一数据(图 8)。

此外,由于流体十分粘稠,泥石流在流经流通段时,遇到急弯或狭窄处便造成阻塞,使上游浆体暂时停积壅高。一旦缺口溃决,不仅能形成高达数米“沸腾汹涌”的阵性流,而且在宽谷段(两侧或一侧)保留有高度为数米至十数米的台阶。以后的泥石流受台阶约束归槽流动,但遇大阵流时,泥浆仍能漫溢而上,使两岸不断增高呈自然堤状。有时一次泥石流就可以形成 1—3 级台阶。例如,1973 年 5 月,门前沟沟口是一深 8 米、宽 2 米的狭口,6 月 12 日一次泥石流冲宽到 8.5 米,沟口以上 500 米范围内,两侧均保留有狭长的泥石流台阶,高 7—10 米,宛如城墙。又如李子凹沟口处的三级台阶(一级 1.5 米,二级 5 米,三级 9 米)(照片 7)产生方式同上。

3. 从人类经济活动变迁看泥石流的发展

蒋家沟流域的水分和热量条件很优越,谷地和山坡都可以种植双季稻和亚热带作物。可是,由于泥石流的发展,目前人们的经济活动只能是局限于分水岭和较高的半坡上。耕地不仅支离破碎,而且有许多是“挂”在陡坡上的,不少住家甚至座落在大滑坡体的边缘。因地势高、坡陡和缺水,只能种植玉米、土豆和青稞,且产量很低;牧草缺乏,畜牧业也得不

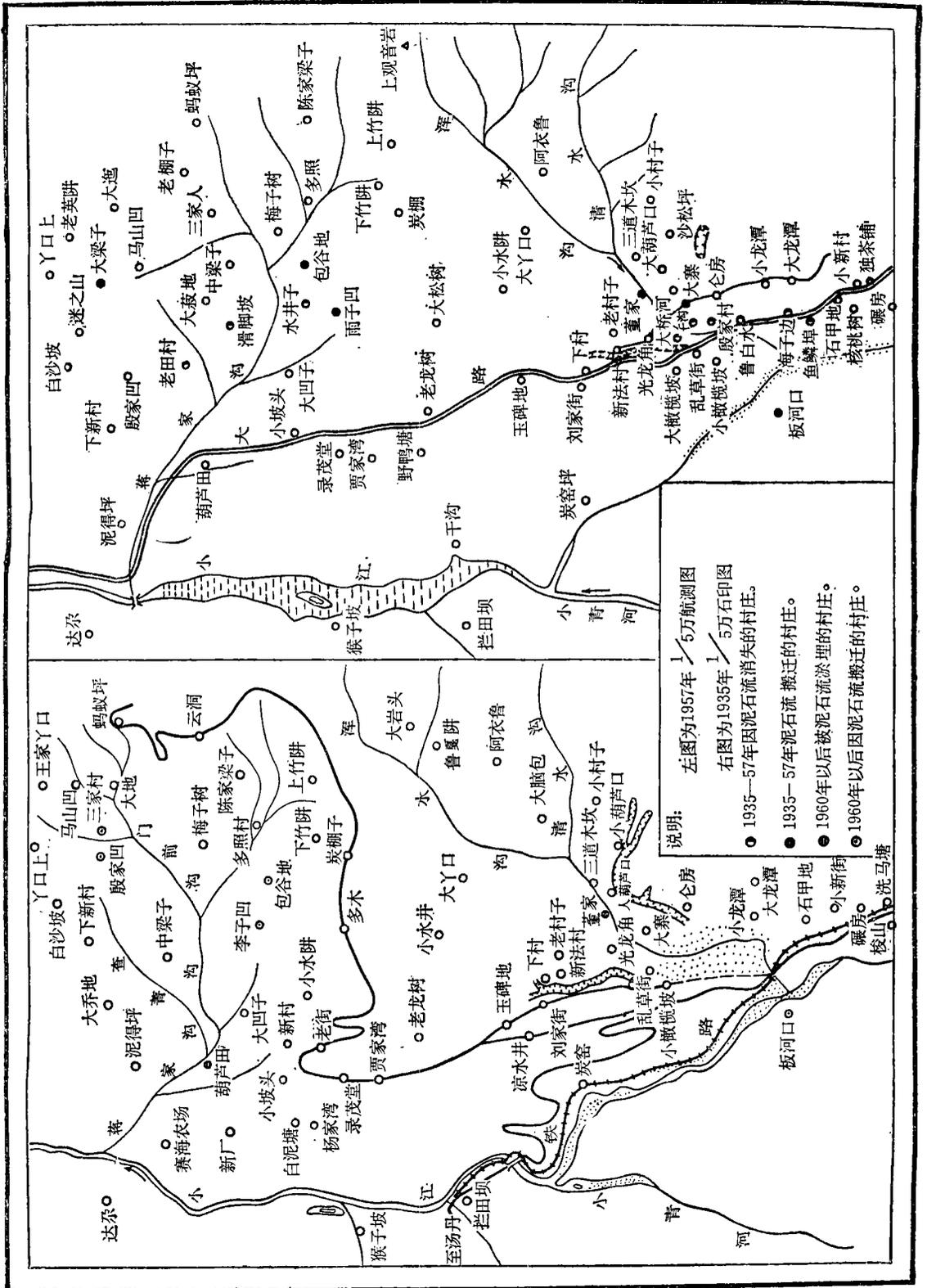


图9 蒋家沟地区人类经济活动变化图

到发展。

近百年来,蒋家沟泥石流发展迅猛,造成了多次灾祸。据访问资料,近百年来至少出现过两次大垮塌,时间分别为 1877 年和 1919 年,每一次大垮塌都严重地危及流域上游居民的生命财产安全,并构成堵断小江的特大泥石流。

分析对比 1935 年和 1957 年 1:5 万地形图 (图 9), 蒋家沟流域人类经济活动的变迁极为明显。由 1935 年的石印图上可见, 尽管当时蒋家沟口已是一片无人居住的荒滩, 且小江被堵, 形成回水十余公里的一个湖泊, 但是图中仍明确标出南北交通要道 (大路), 查箐沟口附近有老田村、滑脚坡村和水井子村等。而在 1957 年航测图上, 这些村庄已消失无踪, 而今已成为大滑坡或崩塌区。与蒋家沟相邻的大桥河堆积扇在此期间的变迁尤为明显, 在 1935 年的地形图上, 堆积扇的中上部还有鲁白水、殷家村、海子边等八个村庄, 当

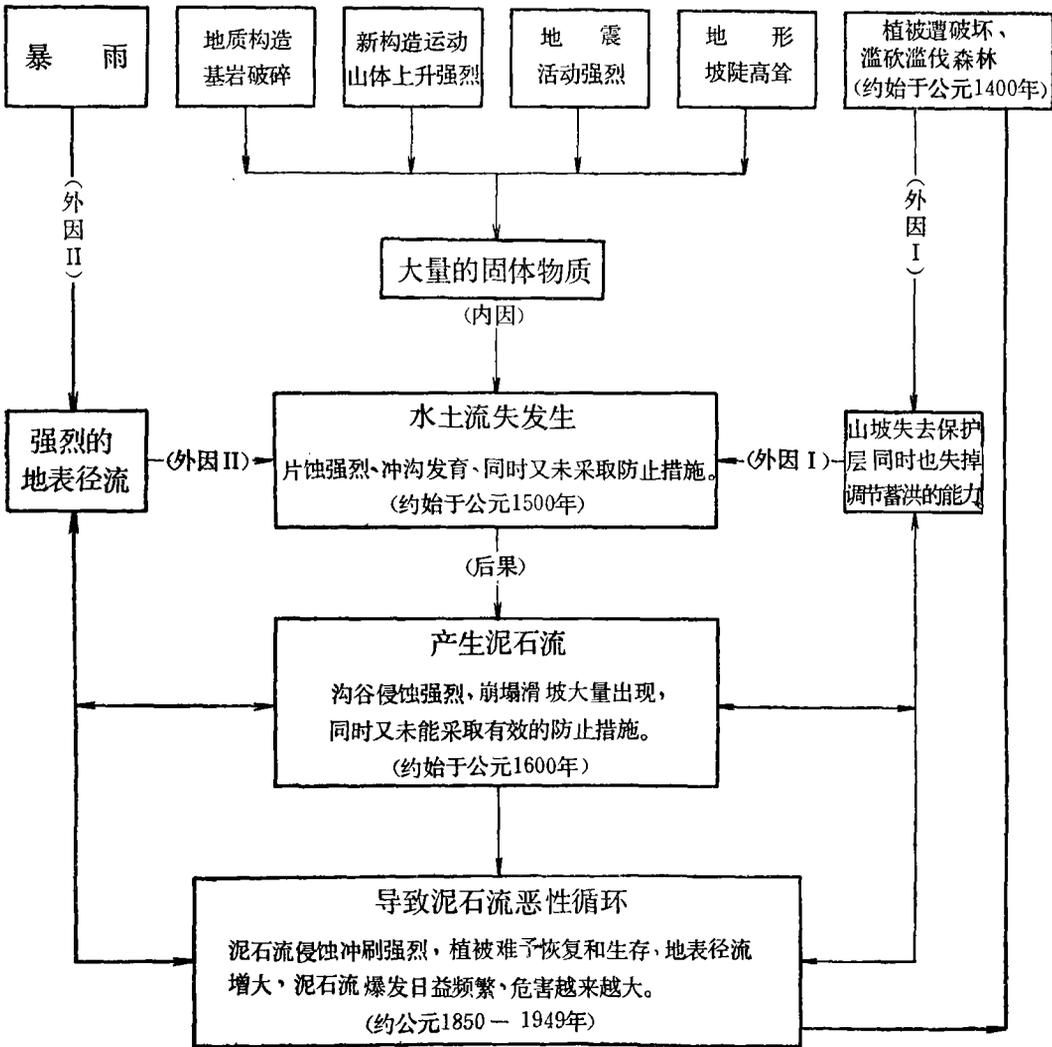


图 10 蒋家沟泥石流发生发展过程模式

时仅在最下游段的末端才有泥石流现象; 但是到 1957 年这八个村庄均被淤埋消失。从 1957 年到 1978 年间, 大桥河泥石流相继淤埋了新村-会泽公路, 新村-拦田坝铁路的路基和桥梁; 新村-汤丹公路被淤埋后改线; 蒋家沟沟口下游方向的小茶馆和老蒋家沟沟口的山咀及其上面的一百多座坟墓均被淤埋在泥石流体之下; 1964 年修建的一条高 3—4 米的导流堤, 因内侧淤积已被逐年加高至 40 米。地形图资料说明, 仅仅 43 年当地面貌已大不相同了。

总之, 蒋家沟泥石流是在独特的自然条件下, 经滥砍滥伐森林植被的激发, 从无到有, 由弱至强, 以至发展到今日的严重程度。本流域的泥石流大约出现于 300 余年前, 开始增强于 200 余年前。为泥石流所迫往山岭区搬迁的居民, 在流域中、上游又进行不合理的开垦陡坡, 过度的放牧和无节制的砍柴割草, 更促进了泥石流的迅速发展(图 10)。恩格斯曾谈到: “阿尔卑斯山的意大利人, 在山南坡砍光了……松林, ……他们更没有预料到, 他们这样做, 竟使山泉在一年中的大部分时间内枯竭了, 而在雨季又使更加凶猛的洪水倾泻到平原上”¹⁾。蒋家沟泥石流发生发展的历史与此是极为相似的。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院冰川冻土沙漠研究所, 泥石流, 科学出版社, 1972.
- [2] 中国科学院兰州冰川冻土研究所, 农田泥石流防治, 科学出版社, 1978.
- [3] 方正三, 水土保持, 科学出版社, 1958.
- [4] 维利康诺夫, M. A., 泥石流及其防止法, 科学出版社, 1963.
- [5] 池谷浩, 日本泥砂灾害调查资料, 土木施工, vol. 14 (11), 1973.
- [6] 山内修, 土石流に関する調査研究の現状, 土木技術資料, vol. 18 (5), 22—27, 1976.
- [7] Фрейшман С. М., Седа. Л. Гидрометеонадаг, 2^е изд. перераб. и доп. 1978.
- [8] Под ред. Фрейшмана С. М. и Перова В. Ф., Селеопасные районы СССР. Изд. МГУ, 1976.
- [9] Лехатинов А. М., О прогнозе селей Прибайкалья. в. сб. почва Бассейна оз. Байкал и пути их рационального использования. Улан-Уде, 1974.
- [10] Перов В. Ф., Стихийно-разрушительные процессы в горах (Селевые потоки). Новое знание в жизни, науке и технике, Серия наука о земле № 12, 22—42, 1976.
- [11] Morton D. M. and Campbell R. H., Spring mudflows at Wrightwood, Southern California. Quart. Jour. Eng. Geol., vol. 7(4), 377—384, 1974.
- [12] Chahokh Azimi and Pierre Desvarreux, A study of one special type of mudflow in the french Alps Quart. J Eng. Geol. vol. 7(4), 329—338, 1974.

1) 恩格斯, 自然辩证法, 《马克思恩格斯选集》, 第三卷, 第 517—518 页, 人民出版社, 1972 年

A STUDY ON THE MUDFLOW OF THE JIANGJIA RAVINE, DONGCHUAN DISTRICT, YUNNAN PROVINCE

Li Jian

(Chengdu Institute of Geography, Academia Sinica)

Chen Qinde

(Lanzhou Institute of Glaciology and Cryopedology Academia Sinica)

Kang Zhicheng

(Chengdu Institute of Geography, Academia Sinica)

ABSTRACT

The mudflow of the Jiangjia Ravine, Dongchuan District, Yunnan Province, is one of the typical large-scale mudflow in China. With a frequency of "bursting" 10 to even more than 20 times each year, it has a maximum discharge of 2420 m³/sec., a maximum velocity of 15 m/sec. and a maximum density of 2.37 tons/m³.

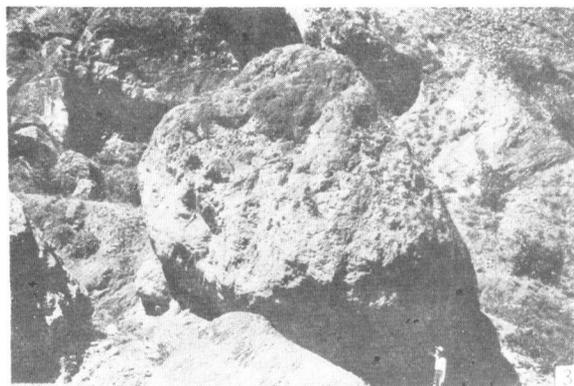
It is caused by several natural parameters, such as peculiar geological structure and hydro-meteorological feature which are conducive to mudflowing. Yet, the most important one is human factor-the destruction of forest vegetation in large areas. The mudflow had its origin only about 400 years ago. Since then, according as the forest being cut over rapidly, the mudflow has accelerated in proportion, resulting in an intensive gully-dissection in the upper reaches and a continuous thick deposition in the lower reaches.



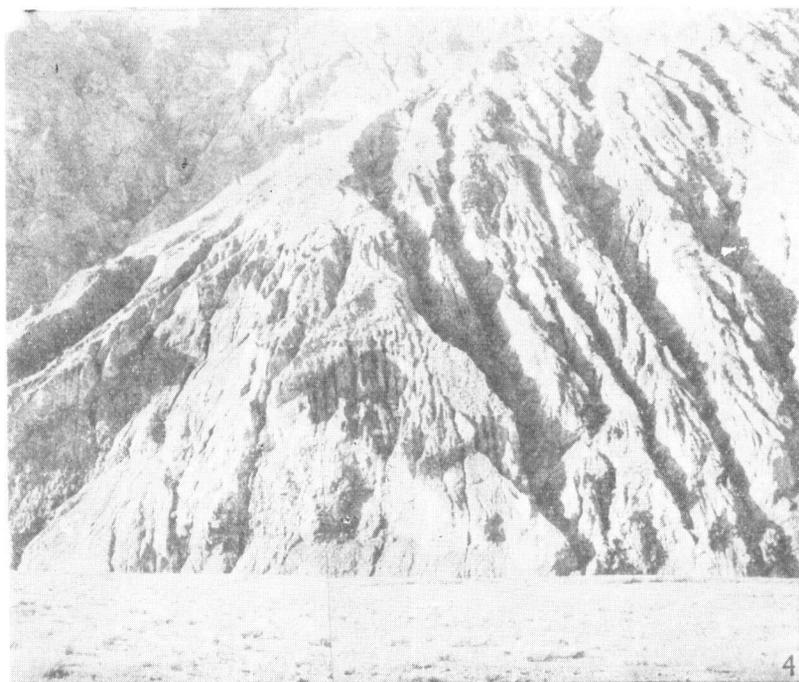
照片 1 泥石流“龙头”，宽 30 米，高 1.5 米
(在宽平的沟床上)



照片 2 泥石流新鲜堆积物表面



照片 3 多照沟上游泥石流沟谷中的大漂砾



照片 4 蒋家沟流域山坡冲蚀破碎情况



照片 5 多照沟中游的大崩塌和多照平台被切割的情况



照片 6 淤积河段情况(上断面处)
(宽 300 余米,既平且缓,可行汽车)



照片 7 泥石流形成之三级台阶