

四川省甘洛县泥石流

钟敦伦 谢洪 李斌 杨庆溪 赵惠林

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所)

提 要 甘洛县泥石流活动十分活跃,曾造成摧毁场镇、冲毁桥梁、颠覆列车、淤埋农田等严重灾害。据现有资料,该县有泥石流沟50条,主要分布在断裂带两侧、背斜轴部和河流峡谷段。预防措施是结合农业改革,恢复森林生态系统和合理开发地下矿藏;治理措施是生物与工程相结合,拦挡与疏导相结合进行综合治理。

关键词 泥石流形成 泥石流分类 泥石流分布 泥石流防治

甘洛县位于四川西南部,经纬度为102.5°—103.0°E,28.6°—29.3°N。全县土地面积2154平方公里,人口约14.5万。县境内盛产铅、磷和石灰石等矿;水利资源丰富;山高谷深,气候垂直分异显著,有利于立体农业的发展。

该县在开发山区经济,治穷致富方面取得了显著成绩。但由于对山区环境和森林生态系统的重要性认识不足,致使自然环境和生态平衡遭到一定程度的破坏,因此山地灾害严重,其中泥石流居首位。

据考察,该县已发现泥石流沟50条。这些沟,按流域面积而论,小于1平方公里的9条,1—10平方公里的25条,10—50平方公里的14条,50—100平方公里的1条,大于100平方公里的1条;按沟床比降而论,小于100‰的2条,100—200‰的12条,200—300‰的16条,300—400‰的12条,大于400‰的8条。

一、泥石流的危害

(一)对农业发展的危害

该县为山区县,气候垂直分异显著,水热资源丰富,宜于发展农业,尤其宜于发展立体农业,但该县的平坦地多分布在主要河流两岸和沟谷下游,这些地方是发展农业的良好场所。可是主河两岸多泥石流沟谷,泥石流活动致使主河两岸和沟谷下游的平坦开阔地往往为泥石流堆积物所覆盖,不能为农业所利用。因此农民不得不上山耕种贫瘠的山坡地。这严重影响该县稳产高产农田和粮食基地的开发建设,给农业生产带来严重危害。

(二)对地方工业发展的危害

该县水力资源和矿产资源丰富,适宜于发展小水电和地方矿业,并可在此基础上适度发展冶炼工业和农副产品加工业。但该县水电站多数位于沟谷内,常遭泥石流危害。如普昌(尔古木沟)电站(650千瓦)、则洛依达电站(75千瓦)、骡马带(磨房沟)电站(25千瓦)和沙岱(勒古洛夺沟)电站(75千瓦)均遭泥石流危害或毁坏;内则沟、拉姑子沟、乐日沟、

瓦红沟和勒古洛夺沟等,沟内蕴藏有丰富的铅矿,宜于发展小矿山,但由于这些沟谷本身为泥石流沟,加之无计划的采矿,使泥石流活动进一步加剧,对采矿业造成严重危害。由于该县泥石流给小水电和小矿山的生产带来严重危害,致使冶炼工业和农副产品加工业的发展也受到限制,从而给地方工业的发展带来严重危害。

(三)对交通运输的危害

该县以成昆铁路为骨干,与公路相结合,形成交通运输网络,但泥石流活动却常给交通运输带来危害。1981年7月9日利子依达沟泥石流冲毁铁路大桥,造成列车颠覆,中断行车半月,经济损失数千万元;同年8月16日新基古沟泥石流冲毁铁路中桥,中断行车6日;勒古洛夺、则板、瓦红、内则、拉姑子等沟的泥石流活动也常造成铁路断道。本县的公路遭泥石流威胁和危害更为严重,几乎每年雨季都要造成多起断道停车事故,其中1983年尔古木沟泥石流冲毁甘(洛)斯(足)公路桥和甘(洛)普(昌)公路桥,1984年龙门沟泥石流冲毁该沟森林公路,1987年资勒沟泥石流冲毁汉(源)越(西)公路(照片1)¹⁾等等。

(四)对村寨、场镇和人民生命财产造成危害

该县泥石流自古至今十分活跃,1926年8月26日冲毁场镇(秀水镇)1座,造成230余人死亡^[1];1950年以来,该县经济蓬勃发展,人口密度增大,人类经济活动强烈发展,泥石流灾害也表现出不断发展的趋势。据不完全统计,1981年、1983年、1984年、1985年、1986年、1987年、1988年,境内多处暴发泥石流灾害,威胁和危害村寨(照片2)、车站等。包括列车颠覆等,近10年来造成了380余人死亡。

二、泥石流形成条件

(一)地形条件

该县地形为深切切割的高中山区;全县山地面积占91%,地势大体是东西南三面高,中部和北部低。全县最低处为与金口河区交界的大渡河河面,海拔仅598米;最高点为与峨边交界的马鬃山,海拔4288米。据统计,全县东西南三面海拔3500米以上的山峰达101座,其中4000米以上的达13座。以这些山峰为依托,山势迅速向中部牛日河降低。发源于这些山峰的河流,沿迅速降低的山地,以极短的流程汇入中部的牛日河及其支流。因此县境内山高谷深,坡陡流急。这极利于松散碎屑物质和暴雨径流的迅速汇集,为泥石流形成提供强大的动力条件。

(二)松散碎屑物质条件

在一定的气候条件下,松散碎屑物质的多寡主要取决于地质因素,这有如下二点。

1. 地层岩性

县境内地层除缺失石炭系和白垩系外,自前震旦系至第四系均有出露。出露岩石的岩性复杂,有砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩、灰岩、页岩、泥灰岩、泥质灰岩、白云岩、白云质灰岩、凝灰岩、流纹斑岩、玄武岩、花岗岩、酸性熔岩、变质砂岩、板岩、石英岩等。其中有的性质软弱,易遭强烈风化,有的虽很坚硬,但在构造活动中,易于在应力集中部位产生断裂,在断

1) 本文照片见刊末图版Ⅱ。

裂带及其附近,岩体遭强烈破坏,变得支离破碎;有的软弱岩层和坚硬岩层构成互层,差异风化强烈,易产生滚石和崩塌。因而当地的地层岩性能形成大量松散碎屑物质。

2. 地质构造

该县处于扬子地台西缘的凉山拗褶带,汉源—甘洛—昭觉大断裂和石棉—普雄大断裂纵贯县境,构造十分发育。从东北往西南构造轴线由近南北向转为北北西向和北西向,北部还有东西向构造存在。此外还有三个较大的扭动构造,即帚状构造、S 型构造和山字型构造。由此反映出境内地质历史时期除受多方向挤压应力作用外,还有扭动作用。强烈的构造作用造成岩石破碎,利于产生大量松散碎屑物质。

(三)水 源 条 件

该县泥石流形成的水源主要为大气降水。当地处于东南季风与西南季风的过渡地带,水汽输送复杂,加之高差悬殊,地形对降水的刺激和增幅作用十分突出,且差异显著,降水分配不均。谷地内降水较少,如牛日河谷地年降水量仅 600—800 毫米,而随山体海拔的增高,降水量不断增加,在海拔 1500—3000 米地带,年降水量可达 1000—1400 毫米,甚至更大;降水不仅相当丰沛,且多暴雨,尤其多局地性暴雨。后者中心小,强度大,难于预报,极易成灾。因而该县的大气降水为泥石流形成提供了强大的动力和丰富的水源。

此外,人类不合理的经济活动可以通过影响泥石流形成的三个基本条件,加速泥石流的发生发展,甚至引起新的泥石流暴发。该县局部地区的森林过伐、毁林开荒、陡坡耕作(照片 3,4)、采矿和筑路弃碴(照片 5)等,在不同程度上加速了泥石流的形成和发展。

三、泥石流的分类及分布

(一)泥 石 流 分 类

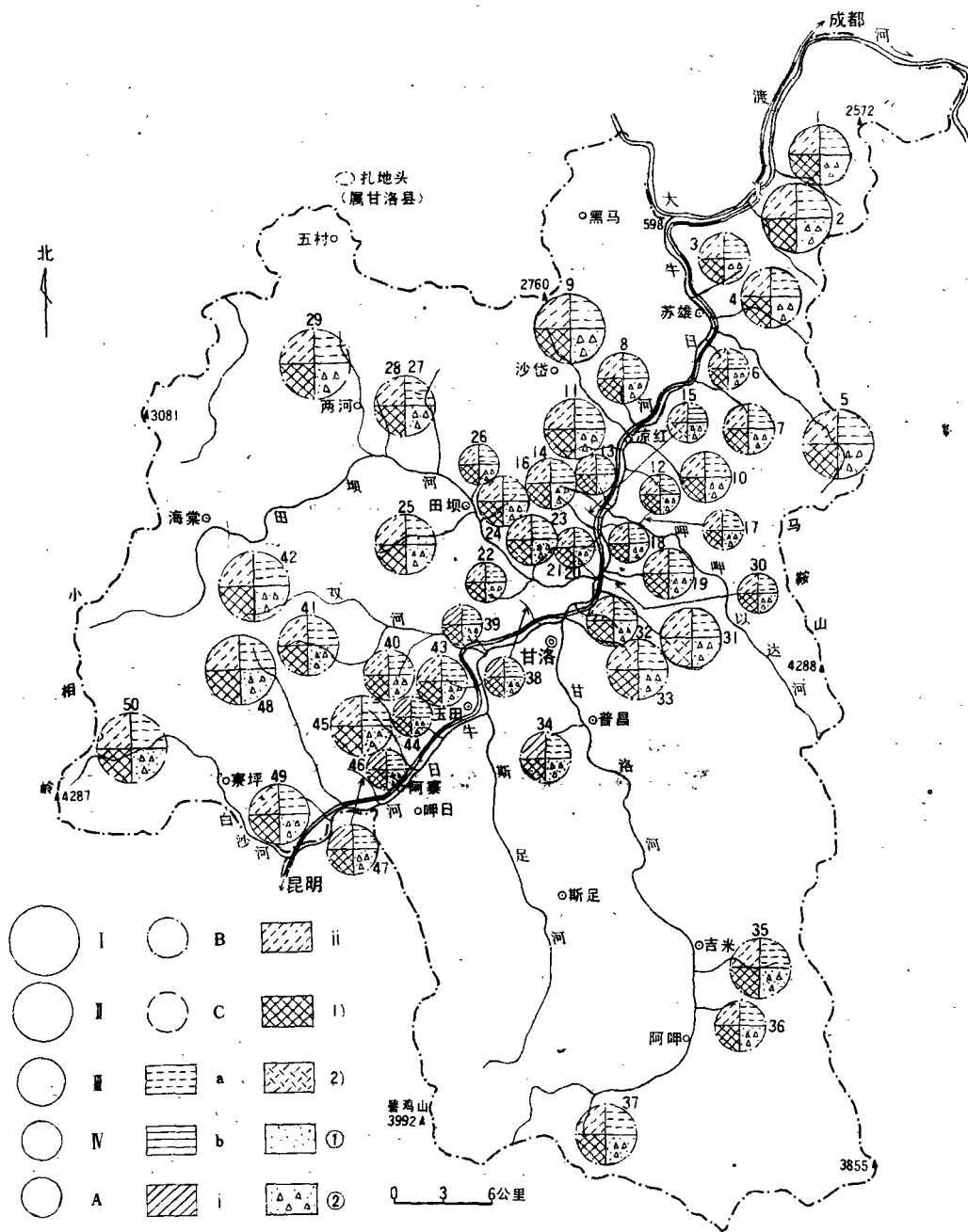
该县泥石流分类,按不同的标准,可划分出不同的类型(附图)。

1. 按泥石流体规模,可分出四类:1)特大规模泥石流,其最大一次冲出物方量 > 50 万立方米,利子依达、龙门、勒古洛夺、白沙河等 7 条沟谷属之;2)大规模泥石流,10 万—50 万立方米,沙河作、内则、新基古等 13 条沟属之;3)中等规模泥石流,1 万—10 万立方米,乐日、岩润、拉姑子等 15 条沟属之;4)小规模泥石流, < 1 万立方米,布祖湾隧道出口顶部小沟、甘洛石膏矿小沟、特克沟等 15 条属之。

2. 按泥石流体性质,可分出三类:1)粘性泥石流,其粘度 > 0.5 帕·秒,容重 > 1.9 吨/立方米,利子依达、勒古洛夺等 22 条沟属之;2)过渡性泥石流,其粘度为 0.2—0.5 帕·秒,容重为 1.7—1.9 吨/立方米,龙门沟、磨房沟、则洛依达沟等 27 条属之;3)稀性泥石流,其粘度 < 0.2 帕·秒,容重 < 1.7 吨/立方米,仅有白沙河属之。

3. 按泥石流体物质成分,大多属泥石质泥石流,利子依达、勒古洛夺、新基古等 49 条沟属之;也有泥质泥石流,布祖湾隧道出口顶部小沟属之。

4. 按泥石流体活动场所,可分出两类:1)山坡型泥石流,发育在尚未形成明显沟谷的山坡上,甘洛石膏矿小沟属之;2)沟谷型泥石流,发育在沟谷内,内则、勒古洛夺、窄板等 49 条沟属之。



附图 甘洛县泥石流分布

Figure Distribution of debris flows in Ganluo County

I. 特大规模泥石流, II. 大规模泥石流, III. 中等规模泥石流, IV. 小规模泥石流. A. 粘性泥石流, B. 过渡性泥石流, C. 稀性泥石流. a. 沟谷型泥石流, b. 山坡型泥石流. i. 发展期泥石流, ii. 活跃期泥石流. 1) 自然泥石流, 2) 人为泥石流. ① 泥质泥石流, ② 泥石质泥石流. 泥石流沟名: 1. 尔古滩沟, 2. 利子依达沟, 3. 罗嗦沟, 4. 黑西洛沟, 5. 龙门沟, 6. 苏雄隧道进口顶部小沟, 7. 布觉依达沟, 8. 上勒古洛夺沟, 9. 勒古洛夺沟, 10. 资勒沟, 11. 窄板沟, 12. 普所沟, 13. 布祖湾隧道出口顶部小沟, 14. 瓦红沟, 15. 甘洛石膏矿小沟, 16. 拉姑子沟, 17. 特克沟, 18. 麻雀沟, 19. 乐日沟, 20. 尔都芦苦沟, 21. 底古沟, 22. 米米谷沟, 23. 乱石窖沟, 24. 跑马沟, 25. 罗群沟, 26. 新观音沟, 27. 马尔朵沟, 28. 高桥沟, 29. 秀水沟, 30. 无名沟, 31. 内则沟, 32. 岩洞沟, 33. 沙河作沟, 34. 尔古木沟, 35. 哈热沟, 36. 基足沟, 37. 苟曲沟, 38. 丛林杠子沟, 39. 又子足木沟, 40. 瓦窑坪沟, 41. 铜厂沟, 42. 团结乡沟, 43. 南尔岗2号大桥沟, 44. 猴子岩隧道出口沟, 45. 磨房沟, 46. 团结沟, 47. 洛木依达沟, 48. 则洛依达沟, 49. 新基古沟, 50. 白沙河

5. 按泥石流体活动场所的发育阶段,可分出两类:1)发展期泥石流,其发育阶段处于活跃期前,苏雄隧道进口顶部小沟、猴子岩隧道出口小沟、尔古木沟等 6 条属之;2)活跃期泥石流,其处于强烈活跃阶段,利子依达沟、勒古洛夺沟、拉姑子沟等 14 条属之。

6. 按泥石流体的水源条件,全属暴雨类泥石流。但县境内地形陡峻,切割强烈,地质条件差,若在山坡上修建渠道,或在支沟内建设水库,应注意其稳定性,否则极易形成溃决类泥石流,对此有关部门必须予以高度重视。

7. 按泥石流体形成与人类活动的关系,可分出两类:1)自然泥石流,其形成不以人类活动为主,窄板、则洛依达、利子依达等 48 条沟属之;2)人为泥石流,其形成以人类活动为主,内则沟、甘洛石膏矿小沟属之。

上述泥石流分类标准彼此是独立的,即用任一分类标准都能对泥石流沟进行分类。如按流体规模分类,利子依达沟为特大规模的泥石流沟,窄板沟为大规模的泥石流沟,瓦红沟为中等规模的泥石流沟,甘洛石膏矿小沟为小规模的泥石流沟等。但相互又是密切联系的,如一条泥石流沟同时用上述标准进行分类时,就能从各个不同的角度得出一系列分类结果,将这些结果联系起来,就能较全面地反映该沟泥石流的性质,并能作为该沟泥石流的命名。如用上述标准对利子依达沟泥石流进行分类,就能命名为“特大规模的粘性泥石质沟谷型活跃期暴雨类自然泥石流”。

(二)泥石流分布

据现有资料,该县泥石流分布有如下特点:

1. 从地质构造看,泥石流多分布在大断裂带两侧和背斜轴部。如汉源—甘洛—昭觉大断裂穿过的牛日河甘洛—凉红段,沿河有泥石流沟 19 条;田坝河有泥石流沟 8 条,其中 7 条发育在前述大断裂一侧;甘洛河上游阿呷一带有泥石流沟 3 条,其中 2 条发育在前述大断裂一侧。石棉—普雄大断裂穿越的白沙河沟口—阿寨段牛日河,沿河分布有 7 条泥石流沟。在上述两大断裂带附近发育的泥石流沟共 35 条。同时牛日河横穿的苏雄背斜轴部,发育有泥石流沟 5 条。可见该县直接受地质构造控制的泥石流沟达 40 条之多,占全县泥石流沟总数的 80%。

2. 从地貌上看,泥石流主要分布在牛日河的深切峡谷段。全县直接汇入牛日河的泥石流沟有 31 条,其中分布在牛日河峡谷段的就有 26 条。

综上所述,县境内泥石流分布有如下规律:1. 集中分布在大型构造带上,如大断裂两侧和背斜轴部;2. 主要分布在河流峡谷段。

牛日河谷地集大断裂、苏雄背斜和峡谷于一体,地质条件差,地形陡峻,松散物质丰富,加之人口集中,人类活动强烈,山体破坏严重,因此成为该县泥石流最密集的区域。

四、泥石流防治

(一)泥石流防治原则

1. 泥石流防治和其他灾害防治一样,应采取以防为主,防治结合的原则。只有如此,才能防患于未然。

2. 就整个县的泥石流防治而言,应采取以生物措施为主,生物措施与工程措施相结合的原则。该县泥石流沟谷众多,欲每条沟都采取工程措施加以治理,经济上是不可能的。

3. 在工程治理中,要采取拦排并重,使泥石流输入主河的泥沙量与主河的输移能力基本平衡的原则。县境内各泥石流沟谷的堆积物极为丰富,而沟坡又十分陡峻,要想把松散物质全部拦挡在泥石流沟谷内是十分困难的,再则,主河虽纵坡较大,挟沙能力很强,但泥石流沟谷众多,如果将泥石流物质全部排入主河,是无力全部带走的,结果势必造成淤积,给主河两岸带来严重危害。

4. 分别对待,综合治理的原则。对重点泥石流沟谷,要根据保护对象的重要性,治理难易程度和区域经济发展前景,分别采取不同措施加以治理;对于一些特别重要的沟谷,如勒古洛夺沟、内则沟等,应加以综合治理,即采取全流域综合规划、上中下游治理相结合、治沟与治坡相结合、生物治理与工程治理相结合、工程治理中拦排相结合等综合措施,以控制泥石流规模,防止泥石流造成灾害。

(二)泥石流预防措施

1. 结合农业结构改革,恢复森林生态系统,改善山地环境,维护山地生态平衡。该县农业过去单一抓粮食生产较多,因此毁林开荒,陡坡耕作现象较严重。坡度 25° 乃至 45° 以上的坡耕地相当多,这些耕地一遇暴雨便遭强烈冲刷,大量表土进入沟内,成为泥石流的碎屑物质。因此改革该县农业结构势在必行。该县发展农业应切实贯彻以林为主,林农牧相结合,多种经营,全面发展的方针。具体建议如下:1)对县境内的成熟林和过熟林,要在不影响森林生态系统和山地环境的前提下,有计划、有选择的采伐,并要控制采伐量,改革集运材方式,同时要一面采伐一面更新;对幼龄林要严禁采伐;对荒山荒坡要植树造林;对泥石流形成区要封山育林,通过上述措施恢复县境内的山地森林生态系统。2)应选择有利于发展农业的地方,建立粮食和蔬菜基地,集中解决城镇人口的粮食和蔬菜供应;对于居住在山坡上的农民,应鼓励他们在粮食自给的条件下,做到在坡度 25° 以上的坡耕地退耕还林,发展经济林木,以林特产品收入代替坡耕地收入,这既有利于山区经济的发展,又有利于环境保护。3)泥石流形成区植树造林立地条件恶劣,因此应选择适宜本地生长的草本植物先植草,以改善立地条件,再植树,以草养树,使森林植被尽快恢复起来。

2. 合理开发地下矿藏。该县矿产资源丰富,过去采矿存在乱挖滥采,对环境造成严重破坏。今后要有计划、有组织地开采地下矿藏,同时在开采前要通过论证,只有在提出了保护环境的方案和具体实施细则后,才能允许开采,确保采矿的合理性。

(三)泥石流治理措施

泥石流治理措施中的生物治理措施,与泥石流预防措施基本一致,兹讨论工程措施。

1. 拦挡措施

该县泥石流沟谷下切强烈,沟岸坍塌严重,沟床堆积物十分丰富,因此采用拦挡措施,抬高坝上游河床的侵蚀基准面,以削减坝上游水流的侵蚀能力,使泥石流的规模和暴发频率得到控制。根据该县的具体情况,拦挡建筑物最好采用格栅坝,这样仅拦蓄粗粒物质,既可延长拦沙坝的使用寿命,又不致给主河增加压力,保证主河输沙平衡。

2. 导流措施

其主体工程为导流堤,用来将格栅排出的或越坝而下的泥石流物质导入主河或预定地点,以免泥石流冲击沿程建筑物和淤埋堆积区建筑物。

由于县境内泥石流沟谷众多,各沟谷的条件又有很大的差异,因此很难找到一个统一的治理模式,在对具体的泥石流沟谷进行治理时,应根据其不同流域的特征与不同的保护对象分别加以规划设计。

参 考 文 献

- [1] 高翔,1988,甘洛县的泥石流类型和防范措施,水土保持通报,8(4),第35—43页。

DEBRIS FLOWS OF GANLUO COUNTY, SICHUAN PROVINCE

Zhong Dunlun Xie Hong Li Jian Yang Qinxi Zhao Huilin

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*

& Ministry of Water Conservancy)

Abstract

Ganluo County of Sichuan Province is situated between 102.5°—103.0°E, 28.6°—27.3°N. Debris flow activities are frequent in the county so that the heavy disasters occurred; the towns, villages and small water power stations were destroyed; the railway and highway broke off, and the farmland was silt up.

Based on the present data, in this region there are 50 gullies of debris flow, they are 7 largest scales, 13 large, 15 middle and 15 small on scale; they are 21 viscous debris flow gullies, 28 transitional and 1 nonviscous debris flow gullies on flow feature.

In the county, the debris flow gullies are distributed on both sides of fault zones, anticline axis and river gorges sections. The Niuri River valley in a concentrated belt for faults, anticline and gorges, thus here is dense area of debris flows.

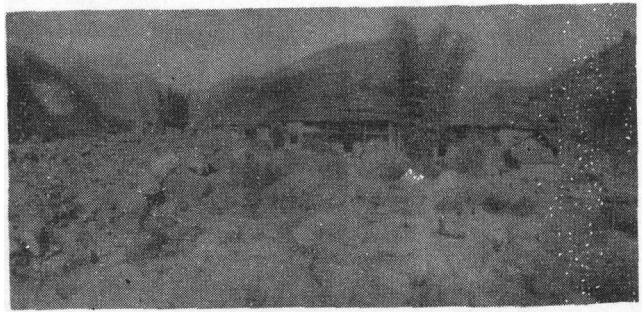
The preventing measures against debris flows should reform the agriculture structure, recover forest ecologic system, raise the environmental quality, weaken hydrodynamic conditions and reduce debris materials, control scale and damage of debris flow.

Owing to serious slope destruction, abundant gully deposits, poor conditions for damming debris flows on branch gullies, and limited sand carrying capacity of main river. The prevention measures combining vegetation and engineering control, damming and drainage works have been taken in the county.

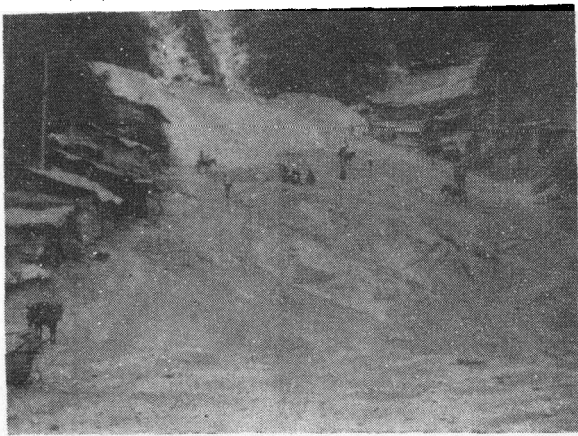
Key words debris flow formation, debris flow classification, debris flow distribution, debris flow prevention and control



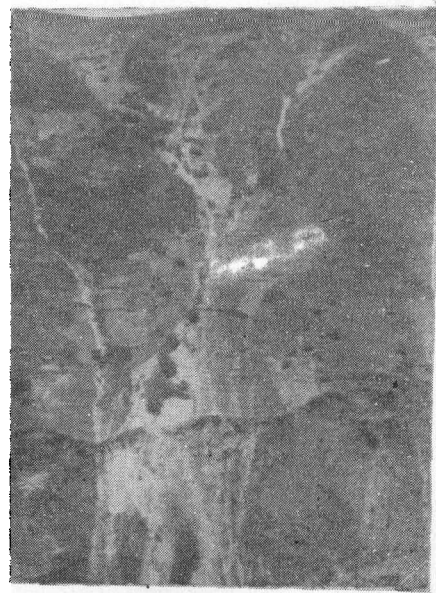
照片 1 资勒沟泥石流冲毁公路桥和凉红道班



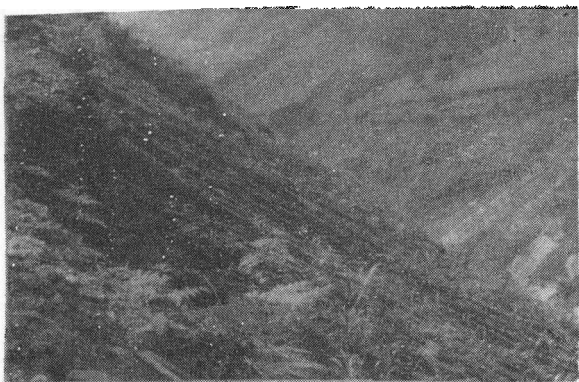
照片 2 磨房沟内村庄受泥石流危害



照片 3 拉姑子沟内的陡坡耕地加剧水土流失



照片 4 拉姑子沟内陡坡耕地导致坡面侵蚀强烈



照片 5 内则沟内的采矿弃碴