

辽东山区泥石流初步研究

李 雪 铭

(辽宁师范大学地理系·大连市)

提 要

辽东山区是我国泥石流分布的重点地区之一。文章概述了该区泥石流的基本条件,提出该区特大暴雨是泥石流形成的触发条件;物理风化和断裂构造是形成泥石流松散固体物质的重要过程;岩性、植被条件对泥石流的影响比较突出。最后指出该区泥石流治理应以近期工程措施,远期森林植被等生物措施为主的治理原则。

关键词: 辽东山区 泥石流 特大暴雨

A Preliminary Study on Mud-Rock Flow in the Mountain Areas in the East Part of Liaoning Province

Li Xueming

(Geography Department of Liaoning Teachers University,)
Dalian, Liaoning Province

Abstract

The mountain area in the east part of Liaoning province is one of the priority areas with mud-rock flow distributed in China. This paper deals with the basic conditions of mud-rock flow in this region and suggests that the heavy rain is the main factor causing mud-rock flow formation in this region. Physical weathering and rift structure are the important process to form the loose solid materials in mud-rock flow. Rock properties and vegetation cover have an important effect upon mud-rock flow. Finally, this paper points out that the engineering practices in the immediate future and the biological measures including forests and vegetation covers in the distance future are the principles of controlling mud-rock flow in the mountain areas in the east part of Liaoning province.

Key words: Liaodong Mountain areas, mud-rock flow,
extremely heavy rainfall

一般来说植被具有保持水土作用。在地质、地貌、降雨条件相同的情况下,有茂密植被覆盖的地区,比基岩裸露地区不易发生泥石流。但近年来,植被条件较好,覆盖率在60%~80%的辽东山区,甚至在该区的自然保护区(如白石砬子)内,也多次发生泥石流。泥石流同山区的地

震、滑坡和山洪一样，具有很大的破坏性，对当地人民的生产、生活造成严重的损失。辽东山区泥石流已引起有关部门的重视。弄清该区泥石流发育机制、对于综合治理及山区自然资源的开发利用均具有重要意义。

一、自然条件概况

辽东山区在地质构造上属辽东台背斜，营口—宽甸隆起一部分。展布北北东、北东向断裂带。断裂带在局部地区表现为凹陷形成盆地。如宽甸、永甸、长甸等盆地。中晚更新世火山活动较活跃，形成黄椅山、青椅山等火山锥。本区出露岩性主要是前震旦系变质岩、花岗岩。沉积岩分布有限（见图1）。

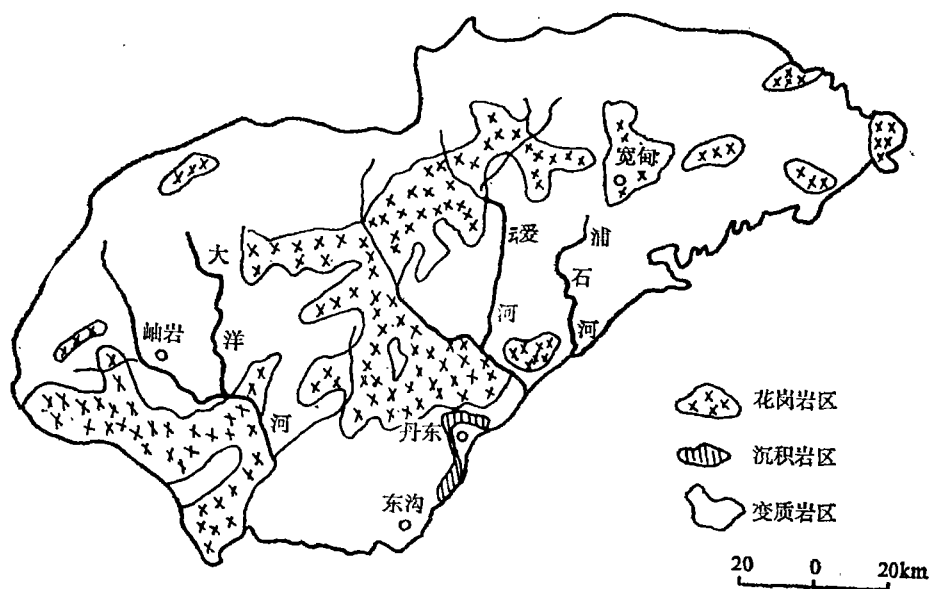


图1 辽东地区岩性分布简图（据省区测队资料）

辽东山地由长白山余脉和千山山脉东延部分组成，以中山、低山、丘陵为主体，呈北东—西南走向。地势高差较大，宽甸和桓仁两县交界处的花脖子山为本区最高峰（1 336m）。本区地貌经河流侵蚀切割，支离破碎、沟谷纵横、山坡平均坡度大于 20° 。

受地形和台风过境影响，本区是辽宁省降雨量最多的地区。年均降雨量1 100mm，大多集中在6～9月，且多以暴雨形式出现。本区近50年来，仅500mm的暴雨过程就有8次。黑沟、犁树沟、荒沟等地是本区暴雨中心（当地称暴雨窝子）。年均气温在 5°C 左右。日较差、年较差大。冬季存在季节性冻土。

针阔叶混交林是本区的地带性植被。近年来，由于山区生产、生活建设及资源开发，原始森林已演化成稀疏灌木林。植被覆盖率一般在60%～80%，个别地段达95%。本区地带性土壤为棕壤。在北部山区中上部有小面积的温带暗棕壤。

二、泥石流情况及基本特征

（一）泥石流灾害 1958～1985年据统计宽甸县发生5次大的泥石流灾害，共计65 000多处。岫岩县共发生21 000多处。凤城县1982～1987年共发生泥石流12 350处。近年来比较严重的

泥石流有：1985年7月25~26日凤城县泥石流灾害，全县共发生泥石流11 000处，主要集中在鸡冠山等15个乡镇（镇）。全县死亡35人，压毁土地40 820亩、庄稼绝收面积90 360亩，造成经济损失7 360多万元。1977年8月3日前后宽甸县，在下露河、步达远、大西岔等地有16 000处山坡滑落（当地称“啸山”）导致泥石流，冲毁耕地68 500亩、淹没民房1 800多间，冲塌1 400多间。1979年6月25日的泥石流集中在大川头、牛毛坞等地，冲垮民房2 648间、冲毁耕地5万亩，压坏农作物14万亩，造成35人死亡。另外，1987年8月19日岫岩县泥石流也给当地造成巨大的经济损失。

（二）泥石流特征 综观辽东地区泥石流，具有如下基本特征。以稀性水石流为主，本区上万条泥石流沟谷及支沟，绝大多数以水石流为主。其固体物质含量15%~40%，容重1.3~1.7g/cm³，泥浆泊度<泊3。

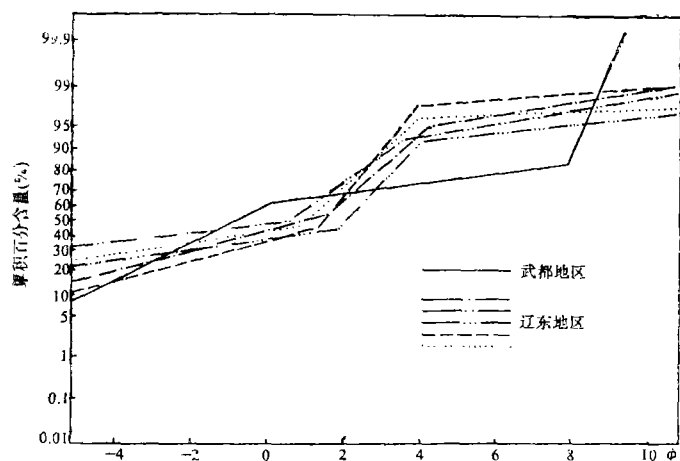


图2 辽东地区泥石流堆积物累积概率曲线

从图2看出，辽东泥石流粒度分布具有3段式。分别代表滚动、跃移和悬移三种不同搬运方式。但悬移段斜率与跃移段斜率十分接近。19个样本的平均跃移为19.2、悬移16.0，平均含量分别为25.3%、3.98%。而滚动组分达到70.72%。这一特征明显不同于我国甘肃武都粘性泥石流的粒度曲线（图中实线）。后者跃移斜率为3.0、悬移斜率9%^[1]，辽东山区泥石流的这种粒度分布，从高滚动和高跃移

含量，低悬浮组分的特征，说明本区泥石流多为稀性泥石流。

另外，辽东山区泥石流平均粒径（ M_z ）为2.9，这大于武都1.66。说明前者搬运动能高于后者。这可能同本区降雨量大有关。标准离差（ S_1 ）及分选系数（ S_0 ）分别为3.2和7.5，小于武都4.09和17.6^[1]。这表明辽东地区泥石流在搬运过程中，水参与的作用程度大于武都粘性泥石流，故物质分选较好。

辽东地区泥石流多属水石流，搬运机制不同。反映出辽东地区泥石流具有不同于其它地区粘性泥石流的发育条件，这与本区的自然地理环境有关。

物质补给以滑塌物质为主，本区植被覆盖较好，水土流失并不严重（个别蚕场例外）。但由于山坡不稳定，坡面滑落现象极为严重。泥石流固体物质主要来源于这种山坡滑落及崩塌物。这也是本区泥石流物质组分粗大的主要原因之一。

泥石流暴发具有群发性，一般多条泥石流沟同时暴发，规模巨大，形成泥石流群。如1977年宽甸县龙爪沟一带，就有30多条泥石流沟同时暴发。

（三）泥石流分布规律 泥石流分布具有规律性。本区泥石流分布同暴雨、地质构造、地貌条件关系密切，显示出一定的规律性。

1. 泥石流分布同暴雨时空分布吻合。从地区分布看，泥石流分布与本区24小时最大雨量等值线图及大暴雨日数等值线图基本一致。从泥石流发生时间看，多在6~9月，这正是本区夏季降水最集中的时段（图3）。

2. 泥石流活动地带受区域构造断裂线及次生裂隙控制。如宽甸县地区两个相对集中的泥石

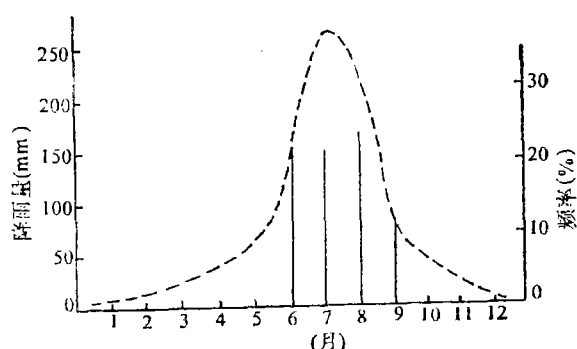


图3 辽东山区全年降雨分配与泥石流
(1971~1989年) 暴发频率关系

件。本区岩性、植被对泥石流发育影响也十分明显。

(一) 泥石流形成的基本条件

(1) 降雨条件。来自黄海夏季湿润的海洋气团，受地形抬升作用使本区6~9月为雨季。且多暴雨，是东北地区最大的暴雨中心。从图3可以看出，本区泥石流暴发时间也主要集中于这一季节。特大暴雨是形成本区泥石流的主要条件。如1987年8月19日在前营子、岫岩镇、大营子一带，暴发了大规模泥石流。在暴雨中心的大营子乡，19日

流分布区，与东北走向的区域性断裂一致（图4）。并在大断裂次生和共轭断裂基础上形成泥石流的密集分布区。如龙爪沟有几十条泥石流沟，即受龙爪沟断裂线控制。

3. 泥石流分布与地貌条件密切相关。

本区地形地势总趋势是西北高、东南低，呈东北—西南走向。泥石流主要发育在地貌条件适宜的中部地区（表1）。

三、泥石流发生条件分析

突发性特大暴雨、丰富的固体物质和特殊的地形条件是形成辽东地区泥石流的基本条

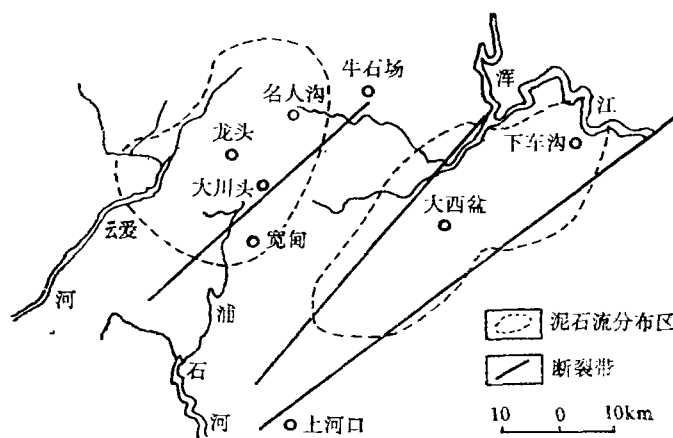


图4 宽甸地区泥石流分布与构造线关系（据〔2〕）

表1 地貌特征与泥石流发育关系

地区	位置	地貌特点	泥石流发育
辽东山区	西北部	中山、相对高差大、陡坡、土层薄、乔木覆盖度高。	偶有发生
	中部	低山、相对高差较大、地形破碎、坡度 $20^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，稀疏灌丛植被。	频繁发生
	东南部	丘陵、缓坡、土层深厚、已开垦为农由。	不易发生

21h:30min~20日2h:30min, 5小时降雨量达318mm。其中22h:30min~23h:30min 1小时降雨量为205mm, 19日23h:30min~24h:30min 1小时降雨量为100mm。三清观的最大3小时降雨量234.8mm, 19日20h:10min~23h:10min 3小时降雨107.9mm。在此之前, 从15日开始已普降大雨。前期降雨对泥石流暴发也极为重要。它使土壤水分达到饱和状态,

降低土壤颗粒的粘聚力及风化壳与基岩面之间的静摩擦力,容易引起“啸山”。据研究,辽东山区,一般前期一次降雨量超过300mm,当日雨量 $>200\text{mm}$,就极有可能诱发泥石流^[2]。

(2) 松散固体物质来源。辽东地区地处暖温带大陆性季风湿润区,强烈的物理风化作用是产生松散物质的一个重要原因。从表2看出,本区气温年较差、日较差都接近以物理风化为主的西部内陆干旱区。温度如此剧烈变化,使岩体内发生热胀冷缩变化,加速了物理崩解。另外冬季本区还存在季节性冻土(表3)。夏季融水沿着断裂构造裂隙渗入,到冬季冻结膨胀,使节理

表2 辽东山区与西部内陆的气温日较差和年较差对比

地区	站名	日较差(℃)				年较差(℃)
		1月	4月	7月	10月	
辽东山区	宽甸	14.5	12.9	7.9	12.7	31.7
	凤城	12.8	13.4	7.8	13.3	32.1
	庄河	10.9	10.2	5.9	11.4	31.2
	岫岩	12.6	13.2	7.9	13.5	31.7
	平均值	12.7	12.4	7.4	12.7	31.7
西部内陆	和田	10.0	13.3	10.4	14.6	31.2
	酒泉	13.8	15.0	13.8	14.8	32.2
	库车	11.0	11.6	11.9	12.1	35.0
	哈密	13.7	15.3	14.0	15.1	40.0
	平均值	12.1	13.8	12.3	14.1	34.6

表3 辽东山区历年最大冻土深度

地点	最大深度(cm)	年份(年)	持续天数(天)
宽甸	132	1954~1980	7
凤城	138	1957~1980	4
庄河	94	1958~1980	2
岫岩	102	1958~1980	8

裂隙不断扩张。物理风化作用反复进行,使岩土表层的风化壳容易松动,一旦受到特大暴雨冲刷,易形成片状剥落,为泥石流发生准备了充裕物源。本区的新构造断裂活动形成同方向的断裂和节理,使地面支离破碎,又有利于物理风化的深入进行。图4的泥石流活动带与构造作用关系即说明了这一点。另外宽甸地区1972年发生震级3.2级地震。1987年12月3日到次年1月19日的40天,在岫岩大房身一带发生地震200余次(最大震级3.7级)。多次小震虽然不直接接触发泥石流暴发(一般认为相当于裂度在7度地震区才能诱发泥石流),但使地表岩石风化层产生细裂隙或松动。加上开矿、采石、筑路、柞蚕过度发展等人类活动引起的地面松动。不合理的弃土在一定程度上也补充了泥石流的物源。如1985年7月25日发生在凤城钢铁厂的泥石流,其中就有尾矿弃渣的滑落而成为补给泥石流的固体物质。

(3) 地形条件。辽东山区地貌属中、低山丘陵区。虽然平均海拔在600~900m左右,但

相对高差都在300m以上,最大高差达500m。沟谷比降和山坡坡度较大。如宽甸龙爪沟一带,发育有泥石流沟几十条,据统计谷坡比降大都大于142%。沟谷纵比降大,利用泥石流快速汇合,并增加泥石流本身的动能。辽东山区发生泥石流的堆积风化壳基底坡度,一般在 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。

(二) 岩性、植被条件对泥石流的影响

(1) 岩性条件。前已所述,本区出露岩石绝大部分为变质岩、花岗岩等坚硬岩石图(1)。它们都是在地下高温高压条件下形成的。出露地表后容易发生风化作用。尤其是花岗岩球状风化十分发育崩解产生大量碎屑物质。山坡片状落绝大部分也是花岗岩等基岩的卸荷席状节理引起的。而且节理密度越大,滑切深度越深,两者之间存在良好的线性关系(图5)。另外,由于本区岩性坚硬,不象片岩、极岩、千板岩等容易风化产生大量粘土物质,一般物理风化不能使岩石颗粒变成粘土粒级(本区绝大多数风化产物为石英细砂)。虽然本区属湿润区,但由于年平均温度低,化学风化作用远不及湿热地区强烈,不能产生巨厚粘土风化壳。因此不具备形成粘性泥石流的物质条件,而容易形成水石流。表4说明了岩性与泥石流类型之间的关系。

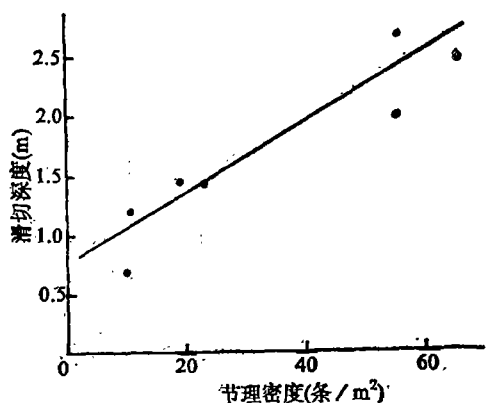


图5 节理密度与滑切深度关系(据省区测队)

另外,由于本区岩性坚硬,不象片岩、极岩、千板岩等容易风化产生大量粘土物质,一般物理风化不能使岩石颗粒变成粘土粒级(本区绝大多数风化产物为石英细砂)。虽然本区属湿润区,但由于年平均温度低,化学风化作用远不及湿热地区强烈,不能产生巨厚粘土风化壳。因此不具备形成粘性泥石流的物质条件,而容易形成水石流。表4说明了岩性与泥石流类型之间的关系。

表4 岩性与泥石流类型

地 点	云南蒋家沟	甘肃武都	辽东山区
岩 性	板岩(68.5%) 灰岩(31.5%)	板岩、片岩 千板岩 部分灰岩	花岗岩、片麻岩 混合岩、变粒岩 麻岩、少量片岩
泥石流类型	粘性	粘性	水石流

(2) 植被条件。本区植被多数为人工次生林,覆盖度在60%~80%,个别地段可达95%。一般讲对水土流失及泥石流的发生具有抑制作用。但从近年来泥石流频发的实际情况看,泥石流多发生在植被较好的地区。而在基石裸露、寸草不生的地区反而不易发生泥石流。笔者认为,这种现象,原因主要是植被覆盖较好的地区林冠和林内枯枝落叶可截留和拦蓄雨水、极易使松散风化壳被水饱和,减少了颗粒之间的粘持力,一旦有特大暴雨触发(辽东山区泥石流雨量临界值远高于类似黄土高原的陇南、滇东北山区的植被稀疏地区),就很易发生“啸山”,为泥石流暴发提供了丰富的物源。植被根系对固结土壤深度和强度也有限,它不能完全阻止不稳定山坡和谷坡上发生滑落和崩塌。而在植被光秃地区,物理风化产生的石英细砂层很容易被一般性降雨冲刷带走,不能储存很多物质形成泥石流。由于地表无植被阻挡,坡面径流很快汇合成一般洪流冲出山沟,难于发生典型泥石流。

综上所述,辽东山区泥石流发育可归结为如图6所示模式。

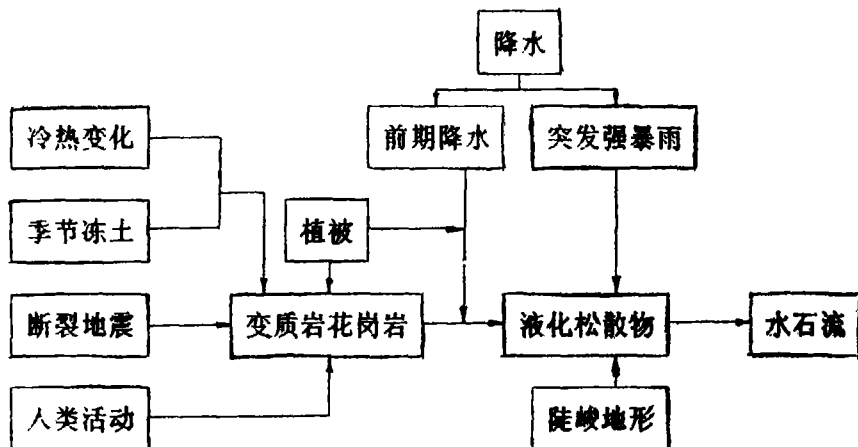


图6 辽东山区水石流因果关系

四、泥石流防治对策

辽东山区泥石流的防治, 近期应采取工程措施, 长期必须坚持以生物措施为主、生物措施与工程措施相结合的防治对策。

本区泥石流触发因素是特大暴雨。目前灌丛植被虽然覆盖度较高, 但不能从根本上抑制泥石流的发生。只有发展高大乔木才有可能抑制泥石流。比如宽甸北部中低山区, 也具备泥石流的发生条件。但由于生长着大片乔木森林, 极少见有泥石流活动。乔木生长周期长, 又与经济林木(山楂、板栗、柞蚕等)争地, 必须统筹规划。经济林木尽量规划在泥石流不易发生区。一方面可免受泥石流破坏损失; 另一方面也避免过度经营引起土壤沙化, 造成水土流失, 目前宽甸地区有些地方柞蚕发展过度, 土壤沙化严重, 个别沟谷极易发生泥石流^[3]。在泥石流易发区, 应考虑发展林业、封山育林, 保持良好的生态环境, 把多数泥石流沟谷改造成泄洪沟。

对泥石流频发, 并容易引起对生活、生产设施破坏地段, 应采取工程措施。考虑到山区经济有限, 工程措施不宜全面铺开, 应结合小流域治理规划, 有重点地进行。工程措施主要有: ①挡挡工程。主要治理下游有重要生产设施、交通干线的冲沟泥石流。挡坝使泥石流挡于沟内, 减小泥石流规模, 削弱泥石流动能; ②排导工程。在大河流附近的冲沟泥石流, 采取排导工程, 引泥石流沿着一定通道排导至江河之中或一定的堆积场地。

无论是生物措施, 还是工程措施, 应因地制宜, 综合治理。要根据泥石流活动频率、规模、危害程度等来决定治理原则、方法, 切不可盲目上马。

参 考 文 献

- 〔1〕陈怀录等. 武都地区泥石流粒度分析及其特征. 《泥石流学术讨论会兰州会议文集》, 成都: 四川科学技术出版社, 1986年
- 〔2〕钟以章. 辽东半岛的泥石流灾害. 《灾害学》, 1987年, 第1期
- 〔3〕程岩. 辽东山区蚕场沙化问题与防治对策. 《辽宁林业科技》, 1990年, 第5期