

西安地区泥石流的分布、危害和防治

李 昭 淑

(西北大学地理系)

提 要

西安地区的泥石流, 主要分布在秦岭北坡、骊山、黄土台塬的高边坡地区, 对当地的工厂、学校、城镇、居民点、道路和农田等, 造成严重威胁, 带来很大危害。普遍进行泥石流的调查研究, 广泛开展造林种草和重视防治的建设, 是西安地区有关部门的当务之急。

随着社会主义经济建设发展, 古城西安的面貌正在日新月异地变化, 已成为我国西北地区重要经济、贸易、金融和科技的中心。秦岭北坡泥石流对西安市郊区的许多工厂、学校、城镇、居民点、道路和农田等, 造成严重威胁, 故西安地区开展泥石流调查和监测工作, 是当前防治自然灾害极为重要的任务。

一、西安地区地貌概况

西安地区位于北纬 $33^{\circ}39'$ — $34^{\circ}45'$, 东经 $107^{\circ}40'$ — $109^{\circ}45'$, 总面积1万平方公里, 全市行政区划, 渭河以南包括周至、户县、长安、兰田县; 城区有碑林、莲湖、新城, 郊区有未央、雁塔、灞桥; 渭河以北有阎良以及跨渭河南北的临潼和高陵县, 共13个县(区)。

西安地区的地形是北低南高, 呈阶梯状升起, 主要地貌类型有河流冲积平原、黄土台塬、山前黄土梁、黄土丘陵、洪积扇、低山和中山地貌, 是关中盆地地貌类型最集中的地区, 也是黄土地貌发育最典型的地方。西安地区河流冲积平原是由渭河的河漫滩和第一、第二级阶地组成, 也是渭河南岸最宽阔的地段; 黄土台塬多分布于秦岭山前, 受河流切割影响, 有白鹿塬、八里塬、少陵塬、神木塬和周至塬; 黄土丘陵位于骊山和秦岭之间, 又称横岭, 沟谷密布, 地形破碎, 多呈长梁状; 山前黄土梁是黄土台塬和秦岭之间过渡地形, 基底多为第三系地层和老的洪积物, 上覆黄土, 受流水切割呈梁状地貌; 低山位于骊山, 是为地垒断块山, 由变质岩和花岗岩组成; 中山地貌即秦岭山脉, 海拔多高出1,000米以上, 最高峰太白山海拔3,767米, 也是我国东部大陆最高峰, 山体长约200公里, 是由变质岩和花岗岩组成。

二、西安地区泥石流分布

西安地区泥石流主要分布在秦岭、骊山、黄土丘陵和黄土台塬的高边坡地区。泥石流形成于不同地貌单元, 因受岩性、地貌、降雨等诸因素影响, 泥石流的运动方式和堆积物的形态均有差异。黄土覆盖地区, 岩性松散, 质地均匀, 以粉砂为主, 多孔隙, 垂直节理发育, 富含碳酸盐, 在暴雨作用下易产生黄土泥流; 故泥流组成物质以粉砂和粘土为主, 约占80—90%以上。秦岭

花岗岩出露的地区，沟床较陡，坡面风化岩屑较薄，岩石节理发育，易形成水石流，组成物质粒度较粗大，粉砂、粘土含量较少，约占10%。泥石流形成于变质岩或变质岩和花岗岩交替出露地区，山坡覆盖有较厚的风化岩屑，泥石流细颗粒粉砂、粘土增多，约占10—20%，砾石和块石占40—60%。泥石流扇发育，在神木塬以西沉陷带发育较完整，以东因受山前黄土梁的控制，扇形地发育不够典型。现仅就不同泥石流类型概述如下：

毛西黄土泥流。1983年10月5日发生在灞河左岸的白鹿塬边，相对高差约300米，出露的地层有第三系下渐新统的白鹿塬组，中新统的冷水沟组和冠家村组，上新统的灞河组和兰田组，上覆厚约100米黄土，新生界地层胶结较差，夹有多层粘土和泥岩。第四纪以来，受灞河侧蚀，形成的老滑坡沿塬边成带状分布。每当阴雨或暴雨时，易引起老滑坡复活，在一定条件下，就会转变为黄土泥流。1983年关中盆地降雨量较大，各地都多于年平均值200毫米。毛西产生泥石流前9天连续降雨，仅10月3—5日的雨量达121.7毫米。斜坡上老滑坡的土体达到饱和状态，老滑坡开始蠕动变形，尔后变为泥流，沿着山羊村断裂沟流动。该泥流长达310米，土方量2.8万立方米。根据调查，毛西泥石流有三个发展阶段：一是形成阶段。由于降雨，老滑坡土体地下水增多，强度降低，老滑坡滑动，滑坡舌前陡坡受推力影响，大量岩屑物质坍塌在坡脚，为泥流形成准备了物质条件；二是泥流运动阶段。滑坡舌前松散岩屑，受降雨和沟道地下水影响，土体全部达到饱和状态，顺着沟床流动；三是泥流脱水期。泥流下游沟床比降平缓，能量不断释放，便停止运动，进入脱水阶段，在土体自重作用下，发生沉陷。在脱水阶段，一方面泥石流本身排水，另一方面还有地下水，故在脱水过程就有大量泥沙堆积在泥流前缘的洼地或注入河流。毛西泥流脱水时，对距500米以外的毛西乡造成水患，淤积泥沙约有2,000立方米。根据毛西黄土泥流的物理力学性质分析，泥流的物质来自黄土台，经过滑坡滑动，破坏了原来土体的结构，再经过流水搬运堆积，土体的物理力学性质发生了很大的变化。滑坡壁是未受搅动的土体，保持了原状结构，压缩系数 $(\alpha) = 0.009 \text{ cm}^2/\text{kg}$ ，压缩模量 $E_s = 181 \text{ kg/cm}^2$ ，为低压缩性土，天然孔隙比较小， $e = 0.646$ 。这些都说明，未滑动的土体，具有较高的强度和较好的力学性质。黄土泥流干容重较滑坡壁减小，孔隙增大，说明土体经过搬运沉积后，变得疏松。而压缩系数增大，压缩模量变小，是泥流经过搬运，土体已遭受彻底破坏。由于水分大量增多，土体强度降低，塑性指数相应变小。黄土泥流在西安地区黄土丘陵和神木塬等地，也均有分布。

乌桑峪泥石流，位于户县南部秦岭山地，分布在户县和周至县山前沉陷带，是具有代表性的泥石流。该泥石流形成区是在秦岭山地，堆积区是在山体断层崖的前坡，泥石流沟垂直于构造线，沟床比降较陡；流通区位于断层岩附近，沟谷成V字形，宽约100余米；当泥石流流出山地后，地形豁然变宽，水流不受基岩河谷约束而分散，挟沙能力减低，搬运物迅速堆积，形成了泥石流扇。扇形地顶部坡度 $10^\circ - 15^\circ$ ，中部 $6^\circ - 8^\circ$ ，边缘 $3^\circ - 5^\circ$ ，堆积物大小混杂，分选性差，磨圆度较低，越靠近山口堆积粒径逐渐变大。根据野外测量，大的块石粒径，在扇形顶部长轴平均值0.57米，中轴为0.35米，短轴为0.29米；接近前缘部分块石长轴平均值为0.16米，中轴为11.7米，短轴为0.9米。泥石流堆积物小于10毫米粒级主要为小的砾石和粗砂。泥石流组成物质主要以花岗岩和变质岩为主，它们覆盖在 $Q_3 - Q_2$ 堆积黄土之上。

从乌桑峪泥石流纵剖面图看，泥石流底部黄土是淡红色黄土状砂质粘土，夹有多层淡棕色古土壤。黄土堆积物粒度小，并夹有坡积物的小块石，呈透镜体状，磨圆度极差。泥石流的堆积物时代是全新世，而黄土堆积物是晚更新世和中更新世晚期，在黄土层中没有泥石流堆积物质，因为它们是在干旱气候条件下堆积的。全新世气候变暖，雨量增多，泥石流在山前分布较普遍，反映了

古气候的变迁。

天明山水石流。天明山位于灞河上游右岸，山坡较陡，出露的岩石主要是花岗岩。岩层构造裂隙非常发育，一旦受到暴雨袭击，风化物质便顺着基岩面滑落，形成大面积溜塌（溜鳖或扒皮）。基岩块坍塌，是形成水石流主要的物质来源。天明山水石流物质非常粗大，最大粒径达9米。1955年8月27日，当地发生过一次暴雨，估计日降雨总量260—280毫米。区内护驾沟的流量由平时0.17秒立方米，猛增到71秒立方米，80%农田被毁；水石流携带了大量泥砂块石，壅塞灞河，发生断流。1962年8月30日，在天明山附近清峪发生水石流，冲毁王山镇钢筋混凝土大桥，沿河两岸广大农田被毁，造成严重灾害损失。

三、泥石流形成条件分析

(1) **岩性复杂和断裂构造**。秦岭、骊山出露的岩石较复杂，以花岗岩和变质岩为主，其次是石英岩、玄武岩、安山岩和混合岩等。在坚硬的花岗岩和石英岩出露地区，由于岩石抗蚀性强，沟谷狭窄，比降较大，岩石节理发育，受风化作用，斜坡岩块稳定性差，坍塌的岩屑是泥流的补给物质。同时，因为沟床比降大，泥石流流速较快，搬运能力强，所以山区形成的泥石流和水石流堆积物，其粒径都较粗大。

秦岭北坡为一东西延伸巨大的断裂带，盆地中生界地层厚达6,000—7,000米以上。山体沿断裂带上升，地形高差变化较大，岩石破碎。靠近断裂带因受地震影响，斜坡崩塌有大量岩块石堆积，甚者能堵河成为堰塞湖，如翠华山的水湫泡，就是崩山倒石堆堵河槽而成，坝高约200米，最大块石长约70米，宽40米。沿断裂破碎软弱带，也是岩石强烈风化区，如沿网川峪断裂带，粗粒花岗岩块极多，风化的深度可达80米，故有大量粗砂补给泥石流。

(2) **斜坡地貌**。区域内地貌，按成因可分为构造斜坡、侵蚀斜坡、风化斜坡和重力堆积斜坡。这些斜坡的相对高度、坡度、坡形，因受构造岩性、侵蚀、风化作用影响，块体运动方式就有些差异，也就是说泥石流物质来源方式不同。山区基岩斜坡多构造斜坡、侵蚀斜坡和风化斜坡，块体运动有响沙、滑塌、滑坡、坠石、蠕动等，供给泥石流物质是以滑塌、滑坡和崩塌为主。黄土覆盖的丘陵和台塬高边坡地区，由于岩性松软，沟谷侵蚀强烈，尤以丘陵地区的沟蚀最严重，地面破碎，沟谷面积占全区总面积的52%，侵蚀斜坡和重力堆积斜坡分布较广，斜坡的块体运动以滑坡、错落、崩塌和泻溜等最活跃。黄土滑坡沿沟谷两侧分布非常密集，如戏河上游62平方公里，较大的滑坡就有70余处，白鹿塬边老滑坡几乎连续成带分布，形成了重力堆积斜坡。黄土沟谷斜坡因受垂直节理影响，斜坡比较陡峻，岩壁受温差变化，产生不均匀膨胀和收缩，风化岩屑堆积在坡脚，每当洪水来临时，这些松散物质被水流带走。故黄土泥流的物质主要来自坡面块体运动和溯源侵蚀及沟床侵蚀。

(3) **雨量集中，多暴雨**。西安地区气候属于温带大陆性季风半湿润气候，四季冷暖干湿分明，年平均降水604.2毫米。年内降雨时间分配不均，降雨量36—50%集中于夏季，秋季占28—34%，春季占15—25%，冬季占2—4%。降雨随地形高度变化增多，北部平原年雨量550—680毫米，南部山区年降雨量900—1,200毫米。若将西安地区降雨与秦岭西南部（宁强、勉县、略阳、凤县）1981年8月发生大面积泥石流降雨情况相比较，大致相当。1980年8月23日户县劳峪附近发生特大暴雨，日降雨258毫米，其中19—20时1小时降水91毫米，发生泥石流，造成严重灾害，堆积了大量岩屑。石镜峪泥石流堆积有一块19米的大块石，重约30多吨，被推移200米。

(4) **人为因素的破坏**。影响西安地区泥石流发育的人为因素主要有三方面：一是不合理采

伐。山区和丘陵地区的森林不断遭受破坏，斜坡失去绿色植被保护，基岩裸露，风化作用增强，受片流和沟蚀作用影响，水土流失不断扩大。据调查，西安地区1949年建国时，水土流失面积3,851平方公里，占土地面积约38.6%；1981年水土流失面积4,571.45平方公里，占土地面积的45.79%。水土流失最严重地区，是在兰田县的黄土丘陵区，年侵蚀模数为5,353吨/平方公里；二是人工削坡，破坏了边坡的稳定性。塬边坡斜坡顶部马兰黄土下部，是群众挖窑的主要位置，建窑弃土全部堆积在老滑坡体上；老滑坡舌又是居民点削坡取土的场所，这样老滑坡荷载增大，支撑能力减弱，加之受地下水位上升影响，老滑坡复活就很活跃，如遇暴雨，滑坡就可能转变成为泥石流；三是山区采矿弃渣。秦岭有许多矿点，弃渣多堆放在陡峻的山坡上，每当暴雨就会形成人工泥石流。

四、西安地区泥石流的防治

泥石流暴发突然，历时短暂，来势凶猛，破坏力大，常会造成严重的灾害。陕西省1981年8月秦岭西部暴发大面积泥石流，1982年华山泥石流，1983年秦岭东部泥石流，都给国家和人民生命财产造成严重损失，其主要经验教训：一是对泥石流没有足够认识，二是未采取防治措施，故灾害损失严重。西安地区的泥石流防治工作尚未开展。根据邻区和西安地区形成泥石流条件分析，西安地区应搞好泥石流防治工作，做到防患于未然，保障工农业经济迅速发展。

泥石流防治工作，应以防为主，防治结合，因地制宜，采取生物和工程措施相结合，重视监测和预报工作。泥石流防治是一项十分艰巨的任务，首先要广泛开展调查，进行科学研究，掌握西安地区泥石流分布、类型、形成机制、规模大小、危害程度、流态特征，以便对症下药，采取相应措施。西安地区今后泥石流发展趋势，主要决定于气候变迁和人类活动。如果气候发生异常，特大暴雨的极值增大，将会为泥石流暴发形成有利条件。西安地区从1949年至1979年30年中，曾发生过26次雨涝，几乎平均每年都有暴雨发生，故西安地区产生泥石流的降雨条件是具备的。从1981年8月21日，秦岭西部泥石流形成原因分析，泥石流灾害的严重程度多和人类的活动有关：凡是人类活动违背自然规律，就会加剧泥石流灾害；凡是有防治的地区，泥石流灾害就极大减轻或免遭灾害损失。这说明了，我们人类是改造自然的主人，有能力作好泥石流的有效防治工作。

生物措施。应广泛开展植树造林和种草，严禁乱垦乱伐现象，恢复植被。按照国家颁发的《水土保持工作条例》搞好水土保持工作，因为森林能通过林冠截流，枯枝落叶和土壤能吸渗降水，能改变降雨强度，减小地表径流，减弱坡面冲刷。

工程措施。泥石流工程措施主要有拦截和排导工程。在坡面上修水平沟、鱼鳞坑、水平梯田等水土保持工程，减少水流下沟。在沟道里利用地形，设置拦挡建筑物，层层拦截，达到拦蓄泥沙的作用；在沟道拦淤沉沙，能使沟坡稳定减少，块体运动；排导工程能有效地把泥石排走，保护建筑物、道路等，免遭泥石流破坏。

泥石流监测预报。根据秦岭近年发生泥石流暴雨资料分析，当降雨量超过历年平均30%以上、三日降雨量超过200毫米、一小时降水量超过60毫米、10分钟降水量超过5毫米，就有可能发生泥石流。西安地区各雨量观测站都可配合泥石流监测和预报工作，提高观测水平，依据泥石流产生的前期降雨，以及暴雨特征作好泥石流预报工作。

DISTRIBUTION AND ENDANGERMENT OF DEBRIS FLOWS AND ITS PREVENTION IN XIAN REGION

Li Zhaoshu

(Geography Department, Northwest University)

Abstract

Debris flows in Xian region are distributed mainly on the north slopes of Qinling Mountains, Lishan Mountain, and the high-edged slope areas of the loess tableland. They endanger local factories, schools, cities and towns, residential quarters, roads, farmland, etc., seriously. The urgent matter facing of departments concerned of Xian city should be to investigate debris flows extensively, to plant trees and grasses widely, and to attach great importance to the construction of key projects for the prevention and control of debris flows

(seep.56)

RAISE AND POPULARIZE STANDARIZATION OF SOIL AND WATER CONSERVATION WORKS

Liu Dejiu

Shaanxi Provincial Department of Soil and Water Conservation

Abstract

The standarization of soil and water conservation is an important means by which comprehensive control is taken into practice, quality of each measure insured, control standards raised and economic effects achieve Fifteen technical standard have been development since the Sha-anxi Provincial Committee to Standarize Techniques of Soil and Water Conservation was foundment. By implementing them, relatively obvious economical effects have been achieved. This article draws conclusions on how to start and developed standardization in soil and water conservation.