

东北区泥石流初步研究

宋德人 李颖 骆泽斌

孙传生

(中国科学院长春地理研究所, 长春 130021) (吉林省水土保持科学研究所, 辽源)

提 要 通过实地考察研究,对东北区泥石流形成的综合环境背景、泥石流活动状况和基本特征、主要类型、分布规律、发展变化趋势以及防治对策等问题进行初步研讨。

关键词 东北区 泥石流

1 泥石流形成的综合环境背景

东北区包括黑龙江省、吉林省、辽宁省和内蒙古自治区的呼伦贝尔盟、哲里木盟、昭乌达盟。总面积123万多 km^2 ,地域辽阔,土地肥沃,资源丰富,是我国主要商品粮基地,也是林业、牧业、能源、重工业基地。

本区属寒温带大陆性季风气候区,全区总的气候特点是:冬长夏短,春季多风干燥,夏季湿热多雨,秋季降温急剧,冬季寒冷漫长。由于地理位置和地形变化影响,各地气温有很大差异。全区全年等温线的分布趋势大致由东南向西北递减(图1),最北部大兴安岭地区年平均气温均在0 以下。有连片多年冻土分布,冻融作用强烈,常成为泥石流发生的诱发因素。本区东南部长白山地区及辽南山地,年平均降水量可达750mm,长白主脉地区可达1000mm,北部大兴安岭地区,年平均降水量500mm(图2)。降水的共同特点是降水量均集中在6~8月,约占全年降水量的70%~80%,且多为历时短的暴雨,常成为泥石流形成的主要诱发因素。

本区河流发育,主要河流有黑龙江、乌苏里江、松花江、嫩江、图们江、鸭绿江及辽河等水系。由于主要河流多贯穿于山地丘陵区,支流密布,流域平均坡度较大,汇流速度较快,加之每年7~8月间降雨集中,易形成洪水,对本区泥石流的形成有很大的促进作用。

全区总的地貌格局是“六山一水三分田”。境内有北北东走向的六大山脉:千山、长白山、老爷岭、张广才岭、完达山,大兴安岭。本区广大山区在地形陡峻、山体破碎、沟谷深切的地带,常成为泥石流发育的策源地。

全区地层岩性多样,地质构造复杂。从太古界到新生界均有出露,岩浆岩类、火山岩和火山喷出物的广泛分布,成为本区泥石流丰富的物质来源。

控制本区主干构造主要是新华夏构造系和纬向构造带,两者的联合、复合作用构成本区大地构造的基本骨架和地貌格局。大兴安岭属新华夏系第三隆起带,纵贯本区西区西北部;千山、长白山、老爷岭、张广才岭等山地属第二隆起带,绵亘于本区东南部;在两个隆起带之间,有五个次一级的NNE向褶皱、断裂带分布其间,本区泥石流一般都沿着该褶皱带、断

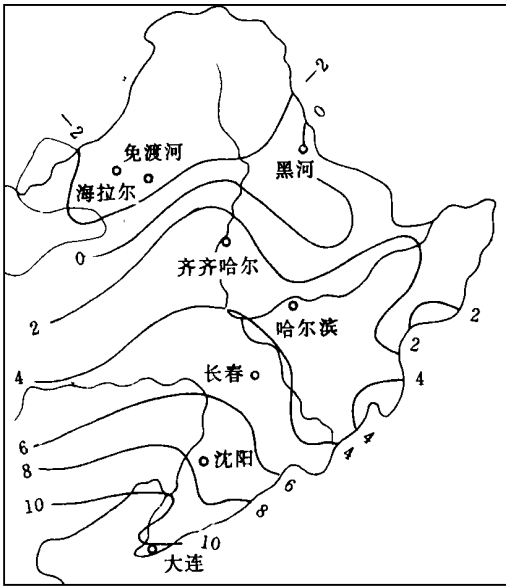


图1 东北区年平均气温等值线

Fig. 1 Mean annual temperature isopleth of northeast region

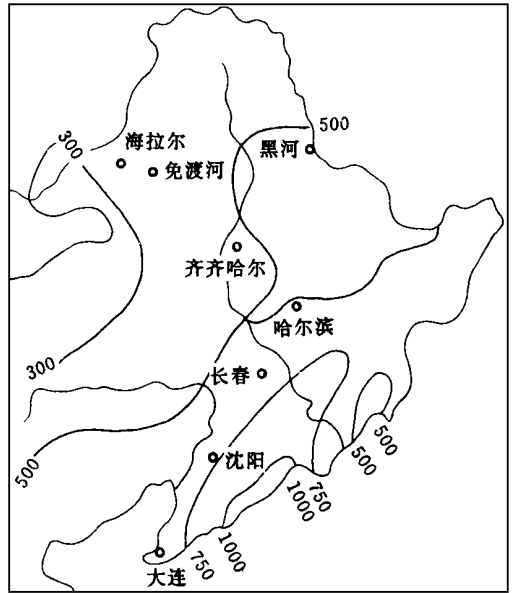


图2 东北区年平均降雨量等值线图

Fig. 2 Mean annual precipitation isopleth of northeast region

裂带或断裂过渡带分布。

本区新构造运动以强烈上升为主,第三纪末期以来本区有多期火山喷溢活动,尤其是长白山地区,1597,1669,1702及1900年仍有火山喷发活动。地震活动也较频繁。自1905年有地震记录以来,4.5~5级地震有11次。本区地震活动对泥石流形成也有很大影响。此外,本区人为不合理经济活动,如过量采伐森林,使森林复盖率逐年降低,以及山区开荒、垦殖和大量不合理工程施工等,造成本区生态环境逐年恶化,对本区泥石流的形成也是重要因素。

综上所述,本区泥石流的形成和分布、主要受断裂带所控制。本区频繁的火山活动不仅使老构造复活,同时也产生许多新断裂。因此,火山活动频繁的长白山区是泥石流活动的多发区。受新构造运动的影响,本区泥石流大多数都发生在下切幅度较大的山谷地带。可见,本区泥石流的形成和分布是在特有自然环境背景中多种因素综合作用的结果。其中,各时期的构造断裂和火山活动是本区泥石流形成和分布的主导因素。新构造运动和气候水文特征是本区泥石流形成的必要的外在条件。本区人为不合理的经济活动也是本区泥石流形成的重要外在干扰因素。

2 泥石流活动状况和基本特征

2.1 泥石流活动状况

据调查,泥石流活动历史久远。据文献记载,本区辽南山地的老帽山地区120年前就发生过泥石流,并造成一定危害^[1]。长白山山地的通化哈蟆河地区,40年代也有泥石流活动的记载。在分布方面,本区环境恶化的山地丘陵地带几乎均有不同程度的泥石流活动,特别是辽南山地、长白山山地、老爷岭山地、大小兴安岭山地均为泥石流分布密度、规模和暴发率相对

较高的山区。尤其是近十余年来,泥石流发生的规模和危害有愈来愈大的趋势。1981年7月27日~28日,辽南山地的老帽山区多条沟同时暴发泥石流,规模之大,损失之重,前所未有。据初步调查统计,自1983~1993年,仅吉、黑两省就发生危害性泥石流35起,造成直接经济损失2858万元。而1994年仅一年就发生8起,其中1994年7月9日在长白山地区的红石和三岔子,5条沟同时暴发泥石流,造成公路、铁路、桥涵、厂矿、农田、民宅多处受灾,冲毁桥涵5座,二处厂矿停产3天,公路停运8天,白梅铁路停运9小时,冲毁农田370hm²,死亡6人,直接经济损失1640万元。因此,泥石流灾害已成为本区经济发展的一大制约因素(图3)。

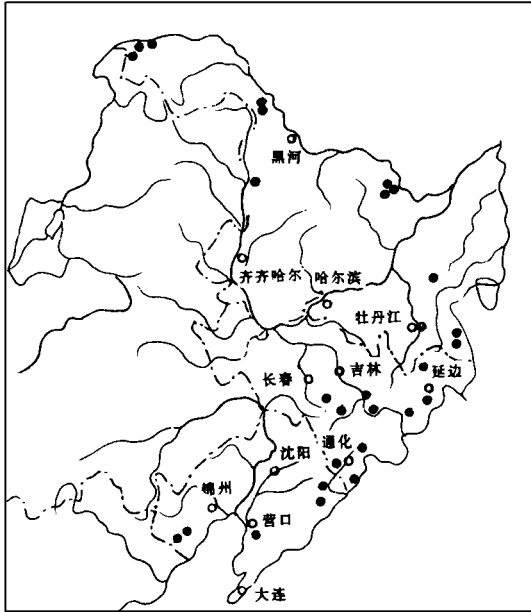


图3 东北区泥石流分布图

Fig. 3 Distribution of debris flow in northeast region

2.2 泥石流活动的基本特征

(1) 区域上泥石流活动广泛,地区上泥石流活动集中。如上所述,在本区山地丘陵区,几乎均有不同程度的泥石流活动,其中较集中分布在辽南山区,长白山地区,发生密集,活动强度也大。

(2) 泥石流暴发突然,成灾迅速。本区泥石流多在暴雨、大暴雨、冰雪速融,溃决洪水等因素激发下形成,往往与降雨中心和暴雨中心相吻合,一旦暴发,成灾迅速,往往猝不及防。

(3) 本区泥石流多与洪水灾害伴生,与洪水灾害有链发关系和群发关系。因为本区江河流域的平均坡度及河道坡度较大,坡面汇流与河道汇流迅速,一遇大雨、暴雨一反常态,极易形成暴雨洪峰和暴雨洪流,常造成江河横溢,沟满壕平,促进泥石流的爆发。

(4) 本区泥石流发生具有明显的时空规律。本区泥石流一般多发生于多雨、特别是多暴雨的夏秋季节(7~8月之间);在空间分布上本区泥石流多发生在海拔1000m以下的低山丘陵区,尤以400~900m左右的低山丘陵区居多,海拔1000m以上的泥石流在本区少见。相对高差一般为200~500m之间,山坡坡度在25°~35°之间,流域面积小于1km²居多,河床比降一般在100‰~300‰之间。河床横断面多为“V”型或“U”字型居多。

2.3 本区泥石流与我国西南、西北区泥石流多发区相比具有一定的独特性

(1) 暴发频率相对较低。如我国云南小江流域的蒋家沟泥石流, 该沟每年暴发泥石流15次左右, 最长达28次^[1], 而本区泥石流绝大多数每年暴发1次, 超过2次的为数很少。

(2) 本区泥石流多发生在海拔1000m以下的低山丘陵区, 而我国西南、西北地区的泥石流多发生在海拔大于1000m以上的中高山区。如川西北泥石流分布高度为1200~2700m, 秦岭1000~2000m, 西藏平均在2000m以上, 藏北唐古拉山泥石流发生在2600m的高山区。

(3) 本区泥石流多与暴雨洪流伴生, 而我国西北、西南区, 泥石流多与崩塌、滑坡伴生, 固体物质来源多为崩塌、滑坡补给为主。

(4) 激发本区泥石流的暴雨强度较大, 一般日降雨量 100~200mm 才会发生泥石流, 而我国西北、西南地区只要日雨量 50mm 足可以发生泥石流, 有些地区甚至日雨量 25mm 也能激发泥石流^[1]。

3 泥石流形成的主要因素分析

本区地域辽阔, 自然条件复杂多样。影响本区泥石流形成因素是多方面的, 既有自然因素, 诸如地质、地貌、气象、水文、土壤、植被等; 又有人为因素, 诸如农林活动、开矿、筑路、垦荒、砍伐等经济活动。可见, 泥石流的形成是上述多种因素综合作用和影响的结果。但本区泥石流形成的主要因素是地形条件、固体物质补给条件及水源补给条件。

3.1 泥石流形成的地形条件

地形条件是泥石流发育和活动的基础, 泥石流固体物质的集聚、水体和水动力作用的形成, 都是在特定的地形条件下完成的。因此地形条件是本区泥石流形成的前提条件, 本区泥石流形成区的地形条件有如下特点:

本区泥石流形成区的海拔高度一般在400~900m左右的低山丘陵区, 而海拔在1500m以上的高山区少见。泥石流形成区的相对高差一般多在200~500m之间, 局部地区高差较大, 如通化水洞泥石流沟上下高差达798.8m。坡面泥石流山坡坡度一般多在25°~40°之间。流域形态多呈三面环山一面出口的漏斗状或瓢状, 这对泥石流固体物质的集聚和水动力条件的形成十分有利。流域面积小于1km²的泥石流沟占75%, 流域面积1~2km²的泥石流占15%, 流域面积大于20km²的泥石流不足10%。主沟床比降一般在100‰~300‰之间。沟床横断面形态多呈“V”字型或“U”字型, 且不对称沟形较多, 陡坡崩坍堆积物发育, 缓坡残积物、冲洪积物堆积发育。

3.2 泥石流形成的物质来源条件

本区太古界—元古界鞍山群—老岭群的片麻岩、片岩、板岩、千枚岩以及上元古界的火山岩、火山碎屑岩分布区, 由于经历了多期构造运动, 岩体破坏严重, 整体强度降低, 抗风化能力差, 不良物理现象发育, 岩石破碎, 坍塌严重, 常为泥石流发育提供大量松散固体物质, 成为本区泥石流集中发育区。另外在山麓冲积扇和河流阶地地带, 第四系残积坡积、崩积、冲洪积物等, 也为泥石流发育提供了丰富的物质基础。

3.3 泥石流形成的水源条件

本区泥石流活动的水源以降雨为主要补给来源, 对本区泥石流的形成和影响主要表现在以下三方面:

(1) 年降雨较充沛。年降雨量一般都在600~1000mm之间, 其中长白山地区年平均降雨量可达827mm, 最高降雨量达1333mm。(2) 降雨集中, 且强度大。6~8月雨量占全年的70%

~80%。(3)暴雨。暴雨量一般均大于50mm/d,暴雨强度一般均大于16mm/h。据1915~1985年资料统计,大于100mm/d的暴雨年平均次数为5.2次,其中7~8月占总次数的88%。特大暴雨也时有发生,如1960年8月2日~4日,长白山地区三日降雨量达556.7mm,降雨中心达417.2mm。1995年8月2~3日,长白山地区降雨中心(集安)降雨量达215mm,平均日降雨量109mm,以致鸭绿江流域发生了特大洪水灾害,并多处链发泥石流。因此降雨,特别是暴雨是本区泥石流形成的主要激发因素。

在黑龙江北部大、小兴安岭地区的高寒区,气候特征除具上述相关特点以外,由于强烈的冻融作用,土层松脆,加之春季桃花水作用,致使山坡下滑、坍塌,常造成泥石流发生。

本区主要江河大多贯穿于山地丘陵区,地势陡峭,流域坡度较大,由于暴雨强度大,产流好,坡面汇流与江河汇流流速大,常造成暴雨洪峰高,洪水历时短,洪峰涨落一般在24h之内,洪水突发性强,来势凶猛,极易形成泥石流水力条件。

4 本区泥石流主要类型

4.1 按泥石流活动场所的地貌形态分类

(1)坡面泥石流。这类泥石流一般发育在堆积物较厚、沟形不明显的山坡上,山坡坡度一般均大于25°;流域面积一般小于0.5km²,形成区和堆积区几乎相连,流通区短而不明显,暴发历时短,致灾严重。如1994年6月12日在延边朝鲜族自治州龙井市白金乡发生的坡面泥石流,来势凶猛,历时不足90min,将好端端的山坡冲成三条大冲沟,冲毁农田315hm²,民房21户,造成总经济损失1664.6万元。损失之大,令人触目惊心。此类泥石流占全区发生率50%左右。

(2)沟谷泥石流。此类泥石流一般多发生在具有明显沟槽、主沟和支沟发育的沟谷地带,流域面积一般在1km²范围内居多。此类泥石流沟在本区占40%左右。

(3)河谷型泥石流。此类泥石流都发生在流域面积较大的山间河谷地带,流域面积一般大于20km²。较典型的河谷型泥石流有:长白山通化县水洞沟泥石流,流域面积110km²;哈蟆河泥石流,流域面积42.51km²。河谷型泥石流主沟支沟均较发育,一旦暴发,常造成数条沟群发的局面。如1994年7月9日,白山市三岔子河谷泥石流曾发生5条泥石流沟同时暴发泥石流,造成370hm²农田被毁,冲毁桥涵12座,冲毁公路20余公里,死亡数人,经济损失惨重。

4.2 按泥石流形成的水源补给进行分类

(1)暴雨型泥石流。由于暴雨激发而形成的泥石流占全区发生率的80%。

(2)降雨型泥石流。以连绵的中雨、小雨作为水源而形成的泥石流占全区10%,一般都发生在年平均降雨量大于800mm的山地丘陵区。

(3)冻融水型泥石流。以冻融作用和冰雪融化水而形成的泥石流,占全区泥石流发生率10%。此类多发生在大、小兴安岭高寒山地,在长白山主脉地区也有所发现。

4.3 按泥石流流体性质分类

(1)稀性泥石流。据野外观察,泥石流固体堆积物(沙、碎石、石块)占80%~90%,土类不足10%,试验容重一般为1.6~1.8t/m³。此类泥石流在本区占绝对优势,约占75%左右。

(2)粘性泥石流。此类泥石流堆积物固体物含量与上述稀性泥石流大体相当,不同的是在堆积物中常发现有大小不一的硬土块或土球存在。此类泥石流在本区占10%左右。

(3)水石流。此类为本区特有的泥石流,暴发历时短促,往往与洪水伴生,经洪水淘刷,细颗粒被洪水带走,其堆积物土类极少,多为无层理的碎石漂砾堆积物。如1994年7月9日发生

在长白山区的开山沟就是典型的水石流。此类水石流在本区占10%左右。

5 本区泥石流发展趋势

本区泥石流的发展变化趋势受自然条件和人类经济活动干扰程度所决定。地质、地貌条件的变化虽然必须经历漫长的地质年代才能体现,但本区处于纬向构造系和新华夏构造系相作用地带,构造断裂的继承性活动,使本区火山和地震活动仍较频繁。长白山区不仅在历史时期有喷发活动,而现在在长白山主峰白头山一带仍有百余处温泉出露,表明长白山火山目前仍潜在活动。另外自1905年以来,本区已记录25次6~7级的深源地震,30年代和60年代也都有4级左右地震发生,近期自1989年以来,本区又进入地震活跃时期,4级地震活动有增强趋势。

本区泥石流流域形态多呈漏斗状和瓢状,且中上部支沟发育,这对泥石流固体物的聚集和水动力条件的形成十分有利。从沟谷纵坡降分析,一般纵坡降都在100‰~400‰之间,沟谷断面形状多呈“V”或“U”型,对泥石流发育也十分有利。

气象因素中降雨是本区泥石流形成的主要激发因素。长白山地区1958~1990年的历年降水资料分析,其经历了1960~1966年多雨期,1967~1984年少雨期,1985~1995年多雨期,这一多雨期,按出现规律预测可持续到本世纪末。

人类不合理的经济活动对泥石流发展的干扰作用大小取决于干扰方式、强度与规模。随着本区人口的增长,此类经济活动有增强趋势,对本区泥石流的发展有很大促进作用。特别是在人为不合理经济活动影响下,本区山地森林植被覆盖率有逐年减少的趋势,森林覆盖率由解放初的80%下降到目前的62.4%,在泥石流多发区,已降到35.9%。

从近年泥石流活动状况分析,以长白山地区为例,自解放以来至1989年有记载的泥石流共发生25起,而1994年一年就发生8起,1995年又发生9起。综上所述,说明本区泥石流活动有逐年增强的趋势。

6 本区泥石流的防治对策

(1) 泥石流防灾减灾是一项复杂的系统工程。虽然与我国西北、西南多发区相比,本区灾害程度尚有一定差距,但在形成机理和发育规律方面都有其独特性。因此,加强本区泥石流灾害的基础研究,提高基础观测数据的准确性,查明灾害发生发展过程,成灾规律以及不同类型灾害的相关机理,提出灾害的群发性和伴生性及其时、空变化规律等,才能真正有效地为泥石流灾害防治提供切实可行的科学依据。

(2) 泥石流防灾减灾必须与生态环境治理、社会经济发展统筹规划密切结合,才能实现防灾减灾效益与社会经济发展和环境效益的统一。整治一个地区的泥石流灾害,必须克服就沟治沟,治灾救灾的那种孤立的局面,要结合环境综合效益,排除相关不利因素,综合治理。在具体方法上,要因地制宜、因时制宜,采取综合治理方案。

(3) 泥石流灾害的监测和动态分析,是预测、预报的基础,没有及时提供的信息和准确的数据和动态分析,是很难作出正确的预测、预报的。为此,应尽可能采取新技术、新方法进行监测,更重要的是抓紧灾前的预报,才能达到“以防为主、以治为辅、以避为宜”的防灾减灾的目的。

(4) 防灾减灾就是增收。按本区多年泥石流灾害损失估计,平均每年损失1.5亿元左右,如果通过减灾活动减少这一损失,就等于每年为本区增加1.5亿元收入。据我国已取得的实

实践经验证明, 减灾投入与减灾效益比可以达到1: 10 ~ 1: 20, 而且具有长期的经济、环境和社会效益。因此要进一步贯彻以防为主, 防治结合的战略方针, 增加防灾减灾投入; 同时也应增加科研方面的投入。以小的投入避免巨大的灾害损失, 使灾害损失减小到最小程度。提高本区全民性防灾减灾意识, 增进全民对生态环境保护的责任感, 增强人民的抗灾能力, 也是一项十分必要的社会性问题。

参 考 文 献

- 1 钟敦伦, 杨庆溪, 杨仁文. 东北地区的泥石流. 山地研究, 1987, 2(1).
- 2 马宗普, 等. 自然灾害与减灾. 北京: 地震出版社, 1990. 332 ~ 338.
- 3 杜榕桓. 三十年来的中国泥石流研究. 自然灾害学报, 1995, 4(1).
- 4 宋德人. 灾害地质学研究. 见: 地球科学新学科集成. 北京: 地震出版社. 1995. 180 ~ 184.

INITIAL STUDY ON DEBRIS FLOW IN NORTHEAST

Song Deren Li Ying Luo Zebin

(Changchun Institute of Geography, Academia Sinica, Changchun 130021)

Sun Chuansheng

(Institute of soil and water conservation, Jilin province)

ABSTRACT

Northeast China, accounting for about one eighth of the total national area with an area of over $1.23 \times 10^6 \text{ km}^2$ is one of the important bases of agriculture, forestry, animal husbandry, energy and heavy industry, with vast territory and rich resources. Affected by natural and artificial factors, the regional environment is becoming more and more serious and debris flow occurs almost every year. The above-mentioned causes great damage to the life and property of the people and hinders the development of regional economy, thus, it is a crucial task to make research on the disaster of debris flow.

According to the one-year study and practice of debris flow in northeast, this paper describes the comprehensively environmental setting in which debris flow is formed, state of debris flow activity, basic features, main types and laws of distribution, then, makes the first discussion about the trend of development and countermeasure of prevention and control of debris flow.

Key Words: Northeast China, Debris flow

(收稿日期: 1996- 01- 10, 改回日期: 1996- 02- 1- 01)