

# 晚更新世小江流域泥石流沉积特征及发育规律<sup>\*</sup>

魏东岚, 李永化

(辽宁师范大学 城市与环境学院, 辽宁 大连 116029)

**摘要:** 泥石流沉积物作为晚更新世一种特殊沉积类型, 是在特定的地质过程和地理环境中形成的。由于特殊的地理环境, 泥石流沉积成为晚更新世小江流域主要的沉积类型, 本文在研究了青藏高原东缘小江流域蒋家沟附近晚更新世不同时段泥石流沉积剖面沉积特征、化学元素及可溶盐成分的富集规律、 $\text{CaCO}_3$  含量、pH 值、有机质含量及植物花粉组合特征后发现, 自末次间冰期到末次冰期, 沉积物基质中可溶性盐在增多, 花粉从以木本为主转变为草本为主, 同时泥石流沉积层有变薄的趋势, 反映了随气候变冷, 泥石流有减少的趋势。

**关键词:** 晚更新世; 小江流域; 泥石流沉积特征

中图分类号: P534.631; P642.23

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)05-0018-04

## Deposit Characteristic and Developed Law of Debris Flow During the Late Pleistocene in Xiaojiang Valley

WEI Dong-lan, LI Yong-hua

(College of Urban and Environment Science, Liaoning Normal University, Dalian, Liaoning 116029, China)

**Abstract:** As a special deposit type, debris flow deposit forms in specifically geological structure and geographical environment. Because of specifically geographical environment, debris flow deposit becomes the main deposit type in Xiaojiang Valley. On basis of studying deposit characteristic, the law of distribution, assignation, transference and enrichment of chemical element and soluble salt, the content of calcium carbonate, acidity and basicity, the content of organic matter and combination character of plant's spore and pollen in deposit section of debris flow during different times of the Late Pleistocene near Jingjia Valley in Xiaojiang Valley in the east border of Tibetan Plateau, and according deposit characteristic of debris flow. This paper finds that since the last interglacial stage to the last glacial period, the soluble salt increased, and the mainly pollen has changed into herbal from woody. At the same time the debris flow deposits are the trend of thinning. This reflects that a cooling tendency of climate caused a decrease in debris flow.

**Key words:** the Late Pleistocene; Xiaojiang valley; deposit characteristic of debris flow

青藏高原东部边缘是我国暴雨泥石流最发育的地带, 这里地层多经受强烈的褶皱和断裂, 新构造运动活跃, 谷坡陡而不稳定, 加之经常发生岩体崩塌与滑坡, 沟谷中松散固体物质丰富, 同时受东南及西南季风的影响, 晚更新世以来这里堆积了巨厚的不同时期的泥石流地层, 为系统研究晚更新世泥石流沉积物特征及活动规律提供良好场所。地形条件、固体物质的多寡和气候因素往往决定着泥石流的性质、类型和规模<sup>[1-2]</sup>, 在地形及固体物质都已具备的前提下, 气候特征就成为泥石流活动的决定因素<sup>[3]</sup>。选择位于青藏高原东部边缘的云南东北部小江(金沙江支流)流域蒋家沟附近作为研究区, 于1995-1996年夏季对该地区进行野外考察和采样, 并根据室内测试结果, 对晚更新世泥石流沉积物的沉积特征、地球化学特征、孢粉组合特征及与气候变化的关系等

问题进行初步探讨, 将为掌握泥石流活动的基本规律, 预测未来气候变化对区内泥石流活动的可能影响, 减轻泥石流危害, 有效地进行泥石流治理提供一定的科学依据。

### 1 研究区概况

小江流域在地貌上地处青藏高原东南部与川南山地和贵州高原的交接地带, 具有复杂多样的地貌形态及组合特征, 区域内的地貌特征与小江深大断裂有着密切的关系, 位于康滇地轴东缘的小江深大断裂控制着区域的山文走向和谷地的延伸方向。区域内出露的地层主要为下元古界昆阳群浅变质岩和震旦系灯影组白云岩<sup>[4]</sup>。该区位于乌蒙山西坡, 正对着印度洋夏季气流的前进方向, 雨量丰沛, 年降雨量695.3~1141.2 mm。区内气候具有明显的亚热带气候特

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2008-01-02

基金项目: 国家重点基础研究发展规划——青藏高原形成演化及其环境、资源效应(G1998040800)

作者简介: 魏东岚(1972-), 男(汉族), 河南开封人, 硕士, 主要从事气候与环境灾害研究工作。E-mail: wei\_dl@163.com

征,垂直气候变化明显,年平均温度 7.1~ 20.2℃。受地形和气候因素的影响,晚新生代以来这里的泥石流极为发育,在小江河谷两岸保存有大量第四纪泥石流活动留下的堆积物。到目前小江流域仍是我国泥石流最为发育的地区之一,两岸有大型泥石流沟 38 条,每到暴雨季节,各沟泥石流纷纷爆发,造成巨灾。

2 供试样品的采集与测试

此次研究集中选取小江流域的蒋家沟附近晚更新世三个不同时代具有代表性的泥石流剖面进行了系统采样与测试分析。泥得坪台地为一基座台地,位于蒋家沟沟口北侧,大庆沟沟口南侧,台面海拔高 1 350 m 左右,剖面厚 127 m,ESR 年龄 137~ 121 kaBP<sup>[5]</sup>,自下而上等间距采取供试样品 4 个,分别命名为 NDP①- NDP④,李家箐剖面位于新村北麻栗坪电站附近,为一山前泥石流扇形地,由于后期河流的下切作用形成天然的剖面,整个剖面厚约 35 m,分上下两个层位,中间为一个角度不整合面,上下两个层位各采集供试样品 1 个,同时采取 2 个热释光样品,热释光测试结果表明,不整合面下部地层形成于 0.61 MaBP 以前,不整合面上部地层形成于 82.87 kaBP 以前;达朵台地位于蒋家沟沟口对面的小江西岸,台面高程约 1 240 m,为一堆积台地,地层出露厚度为 190 m,ESR 年龄 92~ 14 kaBP<sup>[5]</sup>。从沉积上看,主要有泥石流沉积、冲积扇漫流沉积和扇面河道沉积,其中泥石流沉积构成了台地的主体。整个剖面自下而上等间距采取供试样品 7 个,分别命名为 DD①- DD⑦。本文化学分析由原中国科学院地理研究

所中心实验室完成,孢粉分析由河北省地理研究所完成,热释光年代由国家地震局地质研究所测定。

3 泥石流沉积特征

3.1 泥得坪台地

依据测年结果,泥得坪台地形成于 137~ 121 kaBP (ESR),为末次间冰期( Last Interglacial) 阶段( 125~ 75 kaBP)<sup>[6]</sup> 泥石流活动堆积而成,泥石流沉积物构成台地的主体,沉积物单层厚度大,可达 4~ 6 m,巨砾含量多,属于典型的黏性泥石流沉积。

化学分析结果表明,泥得坪台地泥石流沉积物基质中的主要化学元素(以氧化物表示)有 SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CaO, Na<sub>2</sub>O, MnO, TiO<sub>2</sub> 等(表 1)。CaCO<sub>3</sub> 含量 26.00%~ 12.42%,pH 值变化于 8.61~ 8.96。HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 等离子含量明显低于后期的达朵台地,反映末次间冰期时期区域内气候温暖,降水增多,沉积物中可溶盐遭到了强烈淋滤。

泥得坪台地泥石流沉积物中含有丰富的植物孢粉化石,根据从不同层位采集到的 4 块样品(NDP①- NDP④)进行孢粉分析,在分离出的 924 粒孢粉组合中,木本植物花粉占 61.9%~ 44%、草本植物花粉占 50.8%~ 33.2%、蕨类植物花粉占 4.9%~ 1.2%(表 2),反映出一种相对温湿的气候环境。从剖面所含植物花粉组合的变化情况来看,自剖面下部到上部喜暖的植物花粉所占比例不断增加,反映了区域内由倒二冰期向末次间冰期气候的转变过程。

表 1 泥石流沉积物化学元素全量分析 %

样品号	烧失量	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>
DD⑦	7.78	49.70	0.16	1.35	24.39	0.03	1.96	4.00	0.15	0.14	1.18
DD⑥	6.55	50.41	0.18	11.00	22.63	0.02	2.38	4.78	0.04	0.33	1.13
DD⑤	6.11	51.93	0.16	10.07	23.10	0.02	2.37	4.79	0.06	0.27	1.16
DD③	5.91	51.43	0.14	10.16	23.01	0.01	2.46	4.95	0.04	0.24	1.14
DD②	5.98	51.56	0.17	10.09	22.72	0.04	2.44	4.48	0.05	0.23	1.14
DD①	6.06	50.94	10.84	22.66	0.03	2.48	4.79	0.05	0.26	1.14	-
NDP④	5.90	50.88	0.26	10.76	23.12	0.01	2.32	4.73	0.03	0.21	1.18
NDP①	5.88	52.59	0.26	9.05	23.14	0.00	2.70	4.80	0.08	0.12	1.25

3.2 李家箐扇形地

不整合面下部为泥石流沉积层与薄层冲积物互层,沉积物大小混杂,分选差,砾石棱角明显,粒径多在 10~ 20 cm,大者可达 1 m,砾石成分以灰岩、板岩及片岩为主。泥石流沉积体胶结坚硬,为钙质胶结,冲积物较松软。

不整合面上部为一泥石流与扇面沟槽互层沉积,也为末次间冰期期间泥石流沉积。从宏观沉积特征上看,与下层相比,巨砾成分明显增多,细粒物质减少,砾石粒径多在 30~ 80 cm,大者可达 1.6 m,砾石具一定的磨圆,成分仍以灰岩、板岩及片岩为主。扇面槽洪沉积砾石的分选均较好,具叠瓦构造,形成砾石透镜体。槽洪沉积边缘与泥石流沉积体呈锯齿状接触。

李家箐扇形地顶部的泥石流沉积物中也含有较多的植物花粉,在分离出的 263 颗花粉中木本植物占 43.2%,草本植物占 53.2%,蕨类植物占 3.4%(表 2)。孢粉组合也反映出一种相对温湿的气候环境。

3.3 达朵台地

测年结果表明,达朵台地形成于末次冰期( Last Glacial) 时段( 75~ 10 kaBP)<sup>[3]</sup>,泥石流沉积物构成了达朵台地的主体,约占整个台地的 80% 以上,台地下部主要以稀性- 亚黏性泥石流沉积为主,沉积物中细粒物质含量少,沉积剖面中具有不太明显的递变层理,扁平的砾石呈叠瓦状排列,泥石流流体单层厚度较薄,或以石线构造形式出现。台地的中上部黏性泥石流沉积物增多,单层泥石流流体沉积厚度变大,巨砾成分多。

在厚层的泥石流混杂层或石线构造之间往往有一层片流沉积物相隔,片流沉积物多由粗砂、粉砂组成,砂的磨圆及分选较好,常出现交错层理或水平层理。下部的厚层混杂堆积层或石线与上部砂层构成一个正韵律性质的韵律层,在剖面中重复出现。剖面中河道沉积物所占比例少,常以透镜体的形状出现,内部具有叠瓦状构造,有一定的分选,不含细粒物质。



4 结论与讨论

晚更新世全球气候变化经历了一个完整的间冰期- 冰期旋回。125~ 75 kaBP 是一个气候温暖时期, 当时世界各地的平均气温比现在要高出 2~ 3℃<sup>[6]</sup>, 地质学上将这一时期称为末次间冰期。受间冰期气候的影响, 来自孟加拉湾的印度洋暖湿气流加强, 区域内降水丰沛, 加之受前期构造运动及寒冻风化作用的影响, 积累了大量的碎屑物质, 因此这一时期小江流域的泥石流活动异常活跃, 在小江沿岸到处均能见到这一时期泥石流活动的沉积物。沉积物中的化学成分和孢粉组合特征也反映出了这一时期温暖湿润的气候环境。

75~ 10 kaBP 属末次冰期阶段, 以夏季风降水为主的小江流域, 冰期时受蒙古冷高压影响, 来自印度洋及北太平洋的暖湿气流萎缩, 降水量大大减少, 泥石流活动规模也相对减弱, 泥石流流体中的孢粉组合对末次冰期阶段的气候波动有较明显的反映。

晚更新世小江流域的泥石流活动规律表明, 泥石流活动与气候波动有很好的对应关系, 气候温暖, 降水增多, 泥石流活动加强; 气候寒冷, 降水减少, 泥石流活动减弱。因此, 未

来的气候变暖, 不稳定天气出现频率的增多, 将会带来本区泥石流灾害发生频率增高, 活动范围扩大的发展趋势。

参考文献:

[ 1 ] 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会. 中国自然地理· 地貌[ M ]. 北京: 科学出版社, 1980: 301- 312.

[ 2 ] 田连全, 康志成, 张有富, 等. 泥石流及其综合治理[ M ]. 北京: 科学出版社, 1993: 1- 332.

[ 3 ] 李永化, 张小咏, 崔之久, 等. 第四纪泥石流活动期与气候期的阶段性耦合过程[ J ]. 第四纪研究, 2002( 4): 340- 348.

[ 4 ] 吴积善, 康志成, 田连全, 等. 云南蒋家沟泥石流观测研究[ M ]. 北京: 科学出版社, 1990: 1- 251.

[ 5 ] 李吉均, 况明生. 小江流域第四纪沉积物的 ESR 年代、山原红壤发育年龄与地层划分的研究[ C ] //“ 八五” 攀登计划青藏高原项目. 1995 年学术年会论文集. 兰州: 兰州大学出版社, 1995: 64- 78.

[ 6 ] 黄春长. 环境变迁[ M ]. 北京: 科学出版社, 1998: 85- 116.

( 上接第 17 页)

参考文献:

[ 1 ] Turner I B L, Skole D L, Sanderson S, et al. Land use and land cover change. Science/Research Plan [ R ]. IGBP Report No. 35 & HDP Report No. 7. Stockholm: IGBP, 1995.

[ 2 ] Hansen M C, Defries R S, Townshend J R G, et al. Global land cover classification at 1 km spatial resolution using a classification tree approach[ J ]. International Journal of Remote Sensing, 2000, 21: 1331- 1364.

[ 3 ] BAH C. Biospheric Aspects of the Hydrological Cycle ( BAH C ): The Operational Plan [ R ]. IGBP Report No. 27. Berlin: BAH C Core Project Office, 1993.

[ 4 ] Holligan P M, de Boois H. Land Ocean Interactions in the Coastal Zone ( LOICZ ) [ R ]. IGBP Report No. 25. Stockholm: International Geosphere Biosphere Programme, 1993.

[ 5 ] Matson P A, Ojima D S. Terrestrial Biosphere Exchange with Global Atmospheric Chemistry[ R ]. IGBP Report No. 13. Stockholm: International Geosphere Biosphere Programme, 1990.

[ 6 ] Ojima D S, Moran E F, McConnell W, et al. Global Land Project: Science Plan and Implementation Strategy [ R ]. IGBP Report No. 53/ IHDP Report No. 19. Stockholm: IGBP Secretariat, 2005.

[ 7 ] Cihlar J, Ly H, Xiao Q. Land cover classification with AVHRR multichannel composites in northern environments [ J ]. Remote Sensing of Environment, 1996, 58( 1): 36- 51.

[ 8 ] Tucker C J, Townshend J R G. African land cover classification using satellite data[ J ]. Science, 1985, 227: 369- 375.

[ 9 ] Townshend J R G. Global data sets for land applications from the advanced very high resolution radiometer: an introduction[ J ]. International Journal of Remote Sensing, 1994, 15( 17 ): 3319- 3332.

[ 10 ] 朴世龙, 方精云, 郭庆华. 1982- 1999 年我国植被净第一性生产力及其时空变化[ J ]. 北京大学学报: 自然科学版, 2001, 37( 4 ): 563- 569.

[ 11 ] 李月臣, 宫鹏, 刘春霞, 等. 北方 13 省 1982 年~ 1999 年植被变化及其与气候因子的关系[ J ]. 资源科学, 2006, 28( 2 ): 109- 117.

[ 12 ] 李珍存, 马明国, 张峰, 等. 1982~ 2003 年中国西北地区植被动态变化格局分析[ J ]. 遥感技术与应用, 2006, 21( 4 ): 332- 337.

[ 13 ] 杨胜天, 刘昌明, 孙睿. 近 20 年来黄河流域植被覆盖变化分析[ J ]. 地理学报, 2002, 57( 6 ): 679- 684.

[ 14 ] 王兆礼, 陈晓宏, 李艳. 珠江流域植被覆盖时空变化分析[ J ]. 生态科学, 2006, 25( 4 ): 303- 307.

[ 15 ] 王冰, 杨胜天. 基于 NOAA/ AVHRR 的贵州喀斯特地区植被覆盖变化研究[ J ]. 中国岩溶, 2006, 25( 2 ): 157- 162.

[ 16 ] Holben B N. Characteristics of maximum value composite images from temporal AVHRR data[ J ]. International Journal of Remote Sensing, 1986, 7: 417- 434.

[ 17 ] Lambin E F, Linderman M. Time Series of Remote Sensing Data for Land Change Science[ J ]. IEEE transactions on geoscience and remote sensing, 2006, 44( 7 ): 1926- 1928.