

# 玄武岩台地滑坡与土壤发生学特征的相关研究\*

王深法 俞建强 陈和平 陆景冈  
(浙江大学资源科学系, 杭州 310029)

## STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN LANDSLIDE AND SOIL GENESIS CHARACTERISTICS IN BASALT PLATFORM REGION

Wang Shen-fa Yu Jian-qiang Chen He-ping Lu Jing-gang  
(Department of Resource Science, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

关键词 玄武岩台地, 滑坡, 土壤发生学特征  
中图分类号 X144

玄武岩台地, 是地幔中基性或超基性熔浆沿深(大)断裂上升、喷溢到地表, 在低洼区冷却、固化成岩, 再经新构造运动区域性差异抬升和流水侵蚀切割, 出现地形倒置, 形成不同海拔高程上的面平、边陡的台桌状地貌<sup>[1, 2]</sup>。

玄武岩台地因其平坦的台面、肥沃的土壤而成为我国南方山地丘陵区优质耕地资源, 也是村镇建设的常选基地。然而, 就在这类台地上时有岩层滑坡发生, 严重威胁着当地人民的生命财产安全。作为深层的玄武岩台地滑坡, 一旦发生就很难治理。为此, 作者以浙江玄武岩台地为对象, 将玄武岩分布集中、土壤发育类型齐全、滑坡数量较多的嵊州市作为重点研究区, 试图从玄武岩台地的土壤发生学类型、特征入手, 揭示出玄武岩台地滑坡与上覆土壤的相关性, 为台地稳定性评价提供科学的土壤指标。

### 1 研究材料与方法

#### 1.1 研究材料

地质灾害资料: 浙江省地质研究所提供的“全省地质灾害(隐患)点统计表”; 嵊州市地质矿产局提供的“嵊州市 1:5 万地质灾害分布图”及文字报告。土壤资料: 主要利用“浙江省 1:25 万土壤图”和“嵊州市 1:5 万土壤图”及相应统计数据。此外, 还利用了有关“区域地质调查报告”、“浙江省地质志”等材料<sup>[1](1, 2)</sup>。

#### 1.2 研究方法

研究采用空间定位法, 在 1:25 万土壤图上, 按地理坐标对浙江省玄武岩台地滑坡点作定位分析, 初步确定滑坡点的土壤发生学类型。采用 GIS 技术, 在 MapInfo 和 ARC/INFO 软件支持下, 对典型研究区的嵊州市进行地质灾害分布图与土壤类型图的空间叠置分析。在室内定位和叠置分析的基础上, 对可疑土壤图斑进行野外实地调查。发生学理化分析由浙江省土壤测试中心完成。其中土壤颗粒分析, 采用吸管法; 土壤全量分析, 用重量法测定 SiO<sub>2</sub>; 原子光谱吸收法测定 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO、MgO、MnO; 差减法测定

\* 浙江省“九五”重点科研项目(001103213)

(1) 浙江省地质矿产局. 区域地质调查报告——诸暨幅. 1975 80~ 84

(2) 浙江省地质矿产局. 区域地质调查报告——宁波幅. 1980 94~ 108

收稿日期: 2001-09-21; 收到修改稿日期: 2002-05-20

$Al_2O_3$ ; 火焰光度法测定  $K_2O$ 、 $Na_2O$ ; 碳酸钠碱熔—钼锑抗比色法测定  $P_2O_5$ ; 以减重法计算烧失量。最后经计算机数据处理, 获得各类玄武岩台地土壤上发生的滑坡密度(即  $100 km^2$  内的滑坡点数量)、土壤风化淋溶系数(ba 值)、土壤机械组成、质地和砂粘比( $2 \sim 0.002 mm / < 0.002 mm$ )等土壤发生学特征指标。

## 2 结果与讨论

### 2.1 玄武岩台地滑坡与上层土壤类型的关系

浙江的嵊县群玄武岩, 为多次间歇喷溢的基性或超基性熔岩流, 呈冲积—淡水湖泊相沉积, 岩性主要为一套多旋 喷发的橄榄玄武岩、橄榄玄武玢岩, 常与砂砾、砂质粘土、硅藻土、高岭土、褐煤、泥岩、赤铁矿和褐铁矿等沉积层相间出现, 其中可塑性较好的硅藻土、高岭土、砂质粘土和褐煤夹层, 在泡水软化情况下极易成为岩层滑坡的滑动面。而嵊县群玄武岩中, 岩层的棱柱状节理均很发育, 很有可能成为上部土壤重力水下渗的良好通道。在这种情况下, 滑坡能否发生就取决于上覆土壤层的隔水效应<sup>(3)</sup>。从全省调查看, 滑坡主要集中在棕泥土台地上, 少数出现在黄粘泥和棕泥田台地(表 1)。在玄武岩台地土壤类型齐全的嵊州市, 滑坡也只发生在棕泥土和棕泥田台地上, 且在滑坡发生密度上, 两者表现出惊人的相似性, 均在 37 以上(表 2)。红粘泥、山黄粘泥、红粘田和棕大泥田台地, 在全省都未发生滑坡; 黄粘泥滑坡也仅局限于强烈抬升的四明山区大岗玄武岩高台地上。

表 1 1969-1999 年浙江玄武岩台地滑坡与土壤类型统计

县(市)	滑坡数(个)							合计
	红粘泥	黄粘泥	山黄粘泥	棕泥土	红粘田	棕泥田	棕大泥田	
新昌县	0	0	0	15	0	0	0	15
嵊州市	0	0	0	6	0	2	0	8
余姚市	0	2	0	0	0	0	0	2
天台县	0	0	0	2	0	0	0	2
宁波市	0	0	0	8	0	0	0	8
小计	0	2	0	31	0	2	0	35
占总滑坡(%)	0	5.7	0	88.6	0	5.7	0	100.0

表 2 嵊州市玄武岩台地土壤类型与滑坡现状

土类	亚类	土属	土种(土系)	面积 ( $km^2$ )	滑坡点 (个)	滑坡密度 (个 $100 km^{-2}$ )	占台地滑坡 (%)
红壤	红壤	红粘泥	红粘泥(沈塘系)	85.03	0	0	0
	黄红壤	黄粘泥	黄粘泥(大岗系)	9.60	0	0	0
黄壤	黄壤	山黄粘泥	山黄粘泥(项白山系)	3.99	0	0	0
基性岩土	基性岩土	棕泥土	棕泥土(新明系)	53.45	20	37.42	71.43
水稻土	淹育型	红泥田	红粘田(半塘系)	17.29	0	0	0
		棕泥田	棕泥田(城塘系)	21.52	8	37.17	28.57
	潜育型	棕泥砂田	棕大泥田(嵊山系)	7.92	0	0	0
合计				198.80	28	14.08	100

### 2.2 玄武岩台地滑坡的原因分析

2.2.1 棕泥土和棕泥田覆盖的玄武岩台地滑坡原因 棕泥土是玄武岩台地上发育程度最低的一类

(3) 浙江省石油地质研究所. 浙、闽、台和东海盆地第三系及其沉积特征. 1987, 12: 10~ 33

土壤,棕泥土的表、心土层,ba 值高达 0.49~0.51,为玄武岩土壤之首(表 3)。棕泥土剖面呈 A-C 型,红壤化程度极低,土色浊黄(干土 2.5Y6/3)至灰棕(干土 5YR4/2),土体中还含有 5%~15%的岩屑砾石(>2 mm),通体壤粘土质地,砂粘比超过 2。土体浅薄,发生学土层不足 30 cm,充分显示出幼年型土壤的形态特征(表 4~5)。正因为较高的砂粘比,一定的砾石量,使土壤具有较高的透水性。更值得注意的是,玄武岩的柱状节理可在棕泥土中保留下来成为土壤中的垂直裂隙,与母岩柱状节理连成一体,成为台面降水直接下渗至底部沉积层的输水通道,未固化的沉积层特别是硅藻土层和高岭土层,遇水极易成为滑动面,从而出现雨季蠕动式的岩层滑坡。棕泥田是以棕泥土为母土发育的淹育型水稻土,因其耕作熟化历史不久,犁底层(Ap)尚未充分发育。其透水性可能与原棕泥土也相差无几,土壤水分仍为垂直向下的单向运动,表现出与棕泥土几乎相同的滑坡密度。

表 3 玄武岩台地的土壤风化淋溶系数<sup>[3]</sup>

土壤类型	采样地点	采样深度 (cm)	烧失量	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ba 值 <sup>1)</sup>
			%											
棕泥土	嵊州市	0~20	5.42	58.72	13.74	11.31	1.64	1.63	3.12	0.26	1.95	1.52	0.11	0.49
	新民乡	20~55	5.30	58.16	14.04	12.31	1.46	1.79	3.56	0.26	1.64	2.37	0.07	0.51
	东廓村	55~120	7.02	58.29	17.71	10.00	0.62	1.29	1.56	0.22	1.09	0.96	0.02	0.22
黄粘泥	泰顺县	0~9		48.30	18.24	9.88	0.35	3.67			0.87	0.76		0.31
	雅阳镇 尖头村	9~55		49.70	18.11	12.06	0.20	3.55			1.01	0.76		0.30
红粘泥	嵊州市	0~25	9.07	52.77	20.03	13.11	0.32	0.68	2.21	0.07	1.18	0.29	0.26	0.12
	友谊乡	25~55	8.24	53.60	20.09	11.74	0.15	0.56	1.05	0.05	1.39	0.79	0.09	0.14
	沈塘村	55~115	8.37	52.75	20.79	12.71	0.19	0.51	2.17	0.05	1.07	0.44	0.24	0.11

1)  $ba = (K_2O + Na_2O + CaO + MgO) / Al_2O_3$

表 4 玄武岩台地旱地土壤机械组成与质地<sup>[2, 1)</sup>

土壤类型		各粒级组成(%)			厚度(cm)	砂粘比	质地
		2~0.02 mm	0.02~0.002 mm	<0.002 mm			
棕泥土	A	43.78	27.54	28.68	17	2.49	壤粘土
	AC	36.57	31.96	31.47	34	2.18	壤粘土
	C	32.78	29.83	37.39	54	1.67	壤粘土
黄粘泥	A	24.83	33.37	41.80	15	1.39	壤粘土
	[B]	23.71	30.71	46.12	50	1.18	粘土
	C	29.09	32.45	38.46	35	1.60	壤粘土
山黄粘泥	A	23.94	38.40	37.66	20	1.66	壤粘土
	[B]	21.64	33.16	45.21	40	1.21	粘土
	C	20.65	32.52	45.83	40	1.16	粘土
红粘泥	A	16.58	34.56	48.87	25	1.05	粘土
	[B]	15.40	33.67	50.93	53	0.96	粘土
	C	19.00	33.42	47.58	22	1.10	粘土

1) 棕泥土样品数  $n=7$ ; 黄粘泥样品数  $n=7$ ; 山黄粘泥样品数  $n=10$ ; 红粘泥样品数  $n=19$

表5 玄武岩台地水稻土机械组成与质地<sup>[2, 1)</sup>

土壤类型		各粒级组成(%)			厚度(cm)	砂粘比	质地
		2~ 0.02 mm	0.02~ 0.002 mm	< 0.002 mm			
棕泥田	A	33.21	35.63	31.17	16	2.21	壤粘土
	A <sub>p</sub>	34.39	35.49	30.12	8	2.32	壤粘土
	C	39.06	32.50	28.45	76	2.52	壤粘土
红粘田	A	22.76	40.56	36.70	16	1.73	壤粘土
	A <sub>p</sub>	22.40	42.87	34.73	11	1.88	壤粘土
	C	24.17	37.21	38.62	72	1.59	壤粘土
棕大泥田	A	21.78	41.96	36.27	16	1.76	壤粘土
	A <sub>p</sub>	24.26	39.51	36.23	10	1.76	壤粘土
	C	52.48	22.78	24.57	38	3.05	粘壤土

1) 棕泥田样品数  $n=6$ ; 红粘田样品数  $n=6$ ; 棕大泥田样品数  $n=2$

**2.2.2 红粘泥、山黄粘泥覆盖的玄武岩台地滑坡原因** 红粘泥和山黄粘泥, 土壤剖面发育较好, 层次分化明显, 呈 A-[B]-C 发生学构型, 发生学土层深厚, 一般在 60~70 cm 以上, 最大可达数米。土壤质地粘重, 心底土粘粒含量均超过 45%, 砂粘比极低(表 4)。两类土壤的区别主要在形态上, 红粘泥呈亮红棕色(干土 2.5YR5/8), 心底土常出现铁锰结核, 使土体更为紧实, 坚实度达到  $5.8 \text{ kg cm}^{-3}$ , 接近典型红壤剖面, 粘结力极强, 透水性极差。山黄粘泥因氧化铁水化度较高, 呈黄橙色(干土 7.5YR8/6), 土体也较紧实。正由于这两类土壤有深厚而又粘重紧实的土壤层被覆于基岩之上, 构成了玄武岩台地的隔水层, 阻挡了降水的下渗。因此, 均未出现滑坡。以红粘泥和棕大泥土为母土发育的红粘田和棕大泥田也未发生滑坡。其原因, 前者可能仍保留红粘泥抗滑特性; 后者也因母土质地相对粘重, 犁底层更紧实, 从而使土壤成为已具有临时滞水的潜育型水稻土, 滑坡的可能性大大减少。

**2.2.3 黄粘泥覆盖的玄武岩台地滑坡原因** 在余姚市四明山地区, 强烈的新构造运动将大岗玄武岩台地抬升到海拔 600 m 以上, 而且使 NW45° 左右的喜马拉雅断裂重新复活, 加上黄粘泥自身发育程度不高, 红壤化程度较低, 从土壤风化淋溶系数和土壤质地都表现为由基性岩土向红壤发育的过渡型土壤, 土壤仍有一定的透水性。尤其是人为翻耕频繁的耕地和茶园台地, 更易发生滑坡。

### 2.3 防止玄武岩台地滑坡的途径

无论是易滑坡的棕泥土和棕泥田, 或是不易滑坡的红粘泥、黄粘泥, 都是在自然植被(天然林)破坏后, 不合理的土地利用方式下诱发滑坡的。如嵊州市城关镇后山, 同为棕泥土台地的东端塔山, 在天然林保护下无滑坡; 西端的青子峰在植被破坏后, 发生大滑坡。尤其是农垦种植的梯田、梯地, 极易滑坡, 其次是深翻耕作频繁的茶园和笋用竹园。为此, 建议对易滑坡的棕泥土、棕泥田应全面退耕, 改建经济特产林。

### 参考文献

1. 浙江省地质矿产局. 浙江省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1989. 189~204
2. 刘振中, 王飞燕. 浙东曹娥江上游构造地貌初探. 地理科学, 1983, 3(4): 345~351
3. 浙江省土壤普查办公室编. 浙江土壤. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1994. 128~229