

# 中国南方崩岗空间分布特征

李双喜<sup>1</sup> 桂惠中<sup>1</sup> 丁树文<sup>2</sup>

1. 长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站, 武汉 430010;

2. 农业部长江中下游耕地保育重点实验室, 武汉 430070

**摘要** 在全面定位调查并建立崩岗 GIS 数据库的基础上, 运用 GIS 空间分析技术, 对中国南方崩岗的空间分布特点进行研究。通过岩性、土壤、地形、降雨、气温等自然因子对崩岗分布数量的影响分析, 确定中国南方崩岗主要分布在年均降雨量为 1 300~2 000 mm、年均气温为 15~22 °C、海拔 500 m 以下的花岗岩红壤丘陵区。

**关键词** 崩岗; 空间分布; 特征; GIS 数据库; GIS 空间分析

**中图分类号** P 642.21 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2013)01-0083-04

崩岗是指山坡土体或岩石风化壳在水力和重力作用下分解、崩塌和堆积的侵蚀现象。崩岗侵蚀分布与气候、地形、岩性等自然因素关系密切, 主要分布在热带、亚热带地区的花岗岩区, 具有明显的地带性、区域性、垂直分布特征<sup>[1]</sup>。国外关于崩岗的研究较少, 国内学者的崩岗研究主要集中在成因机制、治理及崩岗分布等方面。影响崩岗发育的因子较多, 各因子所起作用及相互之间的关系也较复杂, 研究人员<sup>[1-4]</sup>认为, 花岗岩等风化土体是崩岗形成的内在本质, 降雨径流和重力崩塌是崩岗形成的动力, 地形和植被是崩岗发育的自然因素, 而人类活动是崩岗形成的诱发因素。有关气候、地形、岩性、土壤等影响崩岗空间分布的自然因子研究多以定性说明为主, 鲜有定量分析。中国南方崩岗主要发生在广东、福建、江西、广西等省(自治区), 湖北省、安徽省也有一定程度发生, 主要集中分布在福建安溪、长汀, 广东五华、德庆, 江西兴国和湖北通城等地区<sup>[5-7]</sup>。中国南方崩岗治理及研究工作始于解放前, 其中广东、福建、江西、广西等省(自治区)工作开展较早。由于缺乏翔实的崩岗数据支持, 全国范围内的崩岗分布研究尚未展开, 已有的研究仅限于单个省或县崩岗形态、规模大小等在地域上的分布特点研究, 或在一定区域范围内进行崩岗地域分布及特点的定性阐述<sup>[8-10]</sup>。笔者在对中国南方崩岗全面定位调查和建立崩岗 GIS 数据库的基础上, 运用 GIS 空间技术,

分析中国南方崩岗在空间分布上的特点, 探求崩岗在单个自然因子条件下的分布规律, 初步分析多因子共同作用下对崩岗空间分布的影响。

## 1 研究内容与方法

### 1.1 研究方法

通过对中国南方崩岗的全面调查, 查明崩岗分布的范围、数量及危害, 建立崩岗 GIS 数据库。运用 GIS 空间分析技术, 分析在不同气候、岩性、地形、土壤等自然因子条件下崩岗的分布数量, 研究在单因子和多因子条件下崩岗侵蚀空间分布规律。

### 1.2 崩岗调查

利用层次分析法确定崩岗主要调查因子, 制定调查工作大纲, 统一主要调查因子判定指标及调查方法, 采用 GPS、GIS 测量技术手段, 在统一的标准时间内, 实地调查中国南方 7 省(自治区)崩岗分布区域范围及崩岗数量、面积、形态、发育类型等数据, 并对调查结果进行复核验证, 建立崩岗 GIS 数据库。

### 1.3 空间数据分析

以 ArcMap9.0 为工作平台, 运用 GIS 空间分析手段, 以岩性、土壤、地形、降雨、气温等 5 种自然因子空间数字地图为工作底图, 导入崩岗 GIS 数据库中崩岗分布点信息, 通过空间拓扑分析运算, 获得单个崩岗点所对应的影响因子的信息, 并进行相关统计分析, 获得各影响因子条件下崩岗的分布数量,

收稿日期: 2011-12-09

基金项目: 水利部南方崩岗防治规划专题研究项目《中国南方崩岗调查及防治技术研究》(水利部水规计(2006)195 号)

李双喜, 教授级高级工程师, 研究方向: 水土保持. E-mail: lishuangxi8721@163.com

通讯作者: 丁树文, 副教授, 研究方向: 水土保持与农业生态. E-mail: whdingshuwen@yahoo.com.cn

运用多因子叠加技术,研究崩岗空间分布规律。气候因子选择降雨和气温 2 个因子进行分析,降雨、气温数据均采用中国农业科学院农业自然资源与农业区划研究所 1999 年编制的降雨量等值线图 and 气温等值线图,边界范围从中国科学院遥感应用研究所提供的 1:10 万的县级边界图中提取;地形因子数据采用国家测绘地理信息局 2009 年批准发布的 1:400 万中华人民共和国地形图;土壤因子数据采用全国土壤普查办公室 1995 年编制的 1:100 万中华人民共和国土壤图;岩性因子数据采用国土资源部 2001 年编制的 1:250 万中国地质图。

## 2 结果与分析

### 2.1 崩岗调查结果

1) 崩岗空间分布特点。崩岗调查工作自 2004 年 11 月启动,2005 年 11 月结束。崩岗调查结果显示,崩岗分布范围涉及湖北、湖南、江西、安徽、福建、广东、广西等 7 省(自治区)的 70 个市、362 个县(市、区),国土总面积 48.34 万  $\text{km}^2$ ,总人口 16 200 万人。中国南方共有大、中、小型不同形态、不同发育程度的崩岗 23.91 万个,其中湖北省 0.24 万个,湖南省 2.58 万个,江西省 4.81 万个,安徽省 0.11 万个,福建省 2.60 万个,广东省 10.79 万个,广西壮族自治区 2.78 万个。崩岗数量最多的是广东省,占崩岗总数的 45.14%,其次为江西省,占 20.10%,其他依次为广西占 11.61%、福建占 10.88%、湖南占 10.81%、湖北占 0.99%、安徽占 0.47%。

崩岗分布密度不均,占总数量 98.5% 的崩岗集中分布在广东、江西、广西、福建、湖南等 5 省(自治区),平均分布密度为 0.5 个/ $\text{km}^2$ 。崩岗在各省的分布密度也有明显差异,其中广东省分布密度最大为 1.4 个/ $\text{km}^2$ ,江西、广西、福建等省(自治区)均达到 0.4 个/ $\text{km}^2$ ,湖南省为 0.3 个/ $\text{km}^2$ ,湖北省 0.1 个/ $\text{km}^2$ 、安徽省为 0.04 个/ $\text{km}^2$ 。全国崩岗分布密度大于 0.5 个/ $\text{km}^2$  的县(市、区)共有 63 个,其中广东省 20 个、湖南省 15 个、江西省 13 个、广西壮族自治区 9 个、福建省 5 个、湖北省 1 个。

崩岗侵蚀严重区相对集中,崩岗分布数量大于 1 000 个的县(市、区)集中分布在中国粤东部的花岗岩区、湘中红壤丘陵区、赣南花岗岩区、桂东及东南部的花岗岩区、红色砂页岩区。全国崩岗分布数量大于 1 000 个、且崩岗侵蚀面积大于 100  $\text{hm}^2$  的县(市、区)共有 46 个,其中广东省 14 个、江西省 13

个、湖南省 8 个、广西壮族自治区 7 个、福建省 3 个、湖北省 1 个,这 46 个县(市、区)崩岗分布数量占崩岗总数量的 75% 以上。

2) 崩岗 GIS 数据库。南方崩岗 GIS 数据库以 ArcView3.2 为开发平台,并利用 Avenue 进行用户界面开发,实现对后台数据库空间数据及其属性数据的查询统计的管理。南方崩岗 GIS 数据库包括 14 个图层,主要包括行政区划范围、崩岗点的具体位置、崩岗规模、崩岗发育特点、崩岗形态、典型崩岗现状图片等。主要图层属性数据包括崩岗点所属水系、行政区范围以及地理坐标位置、编号、面积、高度、崩口宽、形态、发育情况、土壤类型等(表 1)。

表 1 崩岗 GIS 数据库属性数据结构表

Table 1 Attribute data structure on the hill collapses in GIS

字段名 Field name	数据类型 Data type	长度 Length	字段说明 Field comment
Sn	Number	10	编号 Serial number
Rname	String	20	水系 River system
Prov	String	6	省(区) Province
City	String	20	市 City center
County	String	20	县 County
Town	String	20	乡镇 Towns
Regn	String	20	村 Villages
Tname	String	20	小地名 Small place
Londe	Number	12,3	经度 Longitude
Latde	Number	12,3	纬度 Latitude
Barea	Number	12,3	面积 Area
High	Number	12,3	高度 Height
Wide	Number	12,3	沟口宽 Opening wide
Shape	String	10	形态 Shape
Btype	String	10	发育活动 Developmental activities
Stype	String	10	土壤 Soil
Parea	Number	12,3	防治面积 Prevention area
Sugn	String	4	治理分期 Recovery stage

### 2.2 单因子影响分析

1) 气候因子分析。①降雨的影响。采用 1:10 万多年平均降雨量矢量图,叠加崩岗分布点信息。统计分析结果显示(图 1),崩岗点主要分布在年平均降雨量 1 300~2 000 mm 区域内,占总量的 95% 以上。不同降雨量区域范围内崩岗分布数量有明显差异,其中在年均降雨量 1 600~1 700 mm 的区域崩岗分布数量最多,达到 6.72 万个,占总量的 28.10%。

②气温的影响。温度是引起岩石物理风化的重要条件,中国南方丰富的热量使花岗岩、砂岩等母质产生强烈的风化过程,促进岩石的崩解,花岗岩等的风化物自北向南逐渐增厚,为崩岗发育提供了条件。

采用 1 : 10 万多年平均气温矢量图为底图, 叠加崩岗分布点信息, 分析在不同气温条件下崩岗数量分布情况。结果显示(图 2), 崩岗点主要分布在年平均气温 15~22 °C 区域内, 占总量的 99% 以上。在 19.5~21.5 °C 区域内崩岗分布数量有 1 个峰值, 占总量 69% 的崩岗集中分布在此区域内。

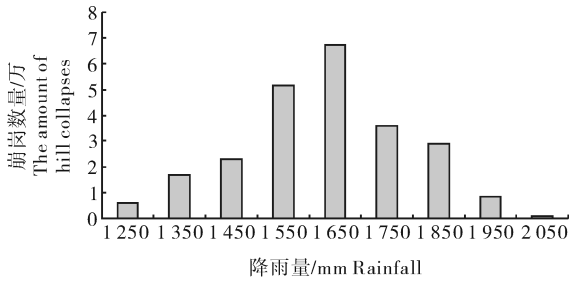


图 1 不同降雨量崩岗分布图

Fig. 1 Rainfall in hill collapses distribution

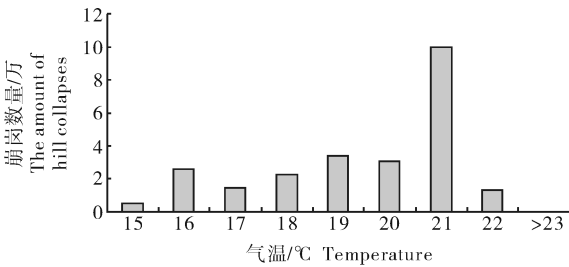


图 2 不同气温崩岗分布图

Fig. 2 Temperature in hill collapses distribution

2) 地形因子。采用 1 : 400 万中华人民共和国地形图矢量图为工作底图, 叠加崩岗分布点信息。研究表明, 崩岗主要发育在海拔 500 m 以下的丘陵区(图 3), 少部分发育在海拔 500 m 以上的山地。海拔 500 m 以下的丘陵区崩岗分布数量达 22.89 万个, 占崩岗总量的 95% 以上。

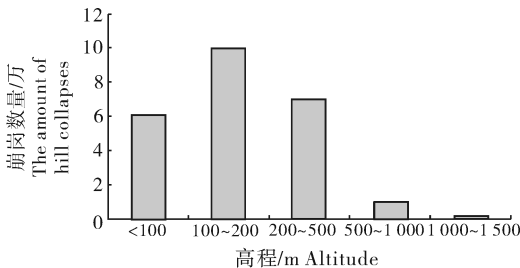


图 3 不同地形高程崩岗分布图

Fig. 3 Altitudes in hill collapse distribution

3) 土壤因子。利用 1 : 100 万中华人民共和国土壤图与崩岗分布点信息进行叠加处理。结果显示, 崩岗分布点的土壤种类主要以赤红壤、红壤为主, 兼有黄壤、黄棕壤、砖红壤等, 分布数量及所占比

例分别为赤红壤 11.90 万个, 占 49.78%; 红壤 10.53 万个, 占 44.04%; 黄壤 0.55 万个, 占 2.30%; 黄棕壤 0.23 万个, 占 0.96%; 砖红壤 0.11 万个, 占 0.45%; 其他 0.59 万个, 占 2.47%。其中在赤红壤、红壤、砖红壤等红壤类土壤地带的崩岗分布数量为 22.54 万个, 占总量的 94.27%。

4) 岩性因子。利用 1 : 250 万中国地质图与崩岗分布点信息进行叠加处理, 同时结合实地调查数据。结果显示, 在岩浆岩、沉积岩和变质岩发育的风化壳上均有崩岗点分布, 主要岩石种类有花岗岩、砾岩、页岩、泥岩等。研究表明, 崩岗主要分布在花岗岩风化壳上, 花岗岩上崩岗点分布有 13.09 万个, 占总量的 54.75%。

### 2.3 多因子影响分析

由于崩岗的发生机制尚不完全清楚, 影响崩岗侵蚀的自然因子多且复杂, 各因子在崩岗侵蚀中的影响权重难以量化, 因此, 本研究通过选择单因子分析中对崩岗侵蚀数量影响最大的花岗岩、红壤类土壤、海拔 500 m 以下丘陵区、年均降雨量 1 600~1 700 mm、年均气温 15~22 °C 等空间因子进行叠加, 分析认为, 多种自然因素下的重叠区域即是崩岗极易发生的危险区域。崩岗危险区位置示意图中显示的深色区域即为崩岗发育的危险区域(图 4)。



图 4 崩岗发育危险区位置示意图

Fig. 4 The guide of locations with potential hill collapses

## 3 讨论

中国南方崩岗分布在粤、桂、闽、赣、湘、鄂、皖等

省(自治区),数量达 23.91 万个,其中广东省分布最多。崩岗分布密度不均,崩岗侵蚀严重区相对集中。单因子影响分析表明,中国南方海拔 500 m 以下的丘陵区、花岗岩分布区、红壤类土壤分布区、年均降雨量为 1 300~2 000 mm、年均气温为 15~22 °C 等区域具备崩岗发生发育的基本条件,容易发生崩岗。为有效预防崩岗的发生和发展,在此区域内,应加强预防监督工作,减少陡坡开荒、滥砍乱伐、开发建设等人为活动。多因子影响分析表明,通过对花岗岩、红壤类土壤、海拔 500 m 以下丘陵区、年均降雨量 1 600~1 700 mm、年均气温 15~22 °C 等空间因子进行叠加分析,确定了崩岗发育危险区。在此危险区内,应加强预防监督工作,禁止人为对原地表的一切破坏活动。本研究是在全面定位调查并建立崩岗 GIS 数据库的基础上,首次运用 GIS 空间分析技术,对全国范围内的崩岗空间分布影响因子开展的研究。我们开展的岩性、土壤、地貌、降雨、气温等因子分析结果与前人的研究成果一致性较高,仅在岩性影响因子方面存在差异,以往研究表明,80% 以上的崩岗发生在花岗岩出露区。我们的分析结果显示,虽然花岗岩出露区崩岗的分布数量仍然是最多的,但只占 55% 左右,有待今后在相同比例尺工作底图

上作进一步的研究分析。

## 参 考 文 献

- [1] 曾昭曦. 从暴流地貌看崩岗发育及其整治[J]. 福建水土保持, 1992(2): 18-23.
- [2] 李思平. 广东崩岗形成的岩土本质[J]. 福建水土保持, 1991(4): 28-33.
- [3] 张淑光, 蔡炎, 邓岚. 我国南方崩岗形成机理的研究[J]. 水土保持通报, 1993, 13(2): 43-49.
- [4] 吴志峰, 李定强, 丘世钧. 华南水土流失区崩岗侵蚀地貌系统分析[J]. 水土保持通报, 1999, 9(5): 24-26.
- [5] 史德明. 我国热带、亚热带地区崩岗侵蚀剖析[J]. 水土保持通报, 1984(3): 32-37.
- [6] 丁树文, 蔡崇法, 张光远. 鄂东南花岗岩地区重力侵蚀及崩岗形成规律的研究[J]. 南昌水专学报, 1995(S1): 50-54.
- [7] 丁光敏. 福建省崩岗侵蚀成因及治理模式研究[J]. 水土保持通报, 2001, 21(5): 10-15.
- [8] 牛德奎, 郭晓敏, 左长清, 等. 我国南方红壤丘陵区崩岗侵蚀的分布及其环境背景分析[J]. 江西农业大学学报, 2000, 22(2): 204-206.
- [9] 林敬兰, 陈志明, 黄炎和, 等. 安溪县崩岗侵蚀空间分布特征探讨[J]. 水土保持研究, 2009, 16(6): 63-68.
- [10] 黄艳霞. 广西崩岗侵蚀的现状、成因及治理模式[J]. 中国水土保持, 2007(2): 3-4.

## Features of special layout of hill collapse in South China

LI Shuang-xi<sup>1</sup> GUI Hui-zhong<sup>1</sup> DING Shu-wen<sup>2</sup>

1. Changjiang Soil Conservation Monitoring Centre, CWRC, Wuhan 430010, China;
2. Key Laboratory of Arable Land Conservation for Middle and Lower Reaches of Yangtze River, Ministry of Agriculture, Wuhan 430070, China

**Abstract** Effects of natural factors including lithology, soil, landform, rainfall and temperature on the hill collapse distribution were analysed based on the overall location survey and the establishment of GIS database. Characteristics of the hill collapse dispersion were first studied by means of GIS space analytic technology. It was found that the hill collapse principally occurs in the granite-red soil hill characterized by an average annual rainfall of 1 300-2 000 mm, an average annual temperature of 15-22 °C and a sea level below 500 m. The current research maybe instructive for the planning of the hill collapse and its prevention and control.

**Key words** hill collapse; space distribution; characteristics; GIS database; GIS spatial analysis