

安溪县崩岗侵蚀空间分布特征探讨^{*}

林敬兰^{1,3}, 陈志明², 黄炎和³, 许永明², 蒋芳市³, 葛宏力³

(1. 福建省水土保持监测站, 福州 350003; 2. 安溪县水土保持委员会办公室, 福建 安溪 362400; 3. 福建农林大学, 福州 350002)

摘要: 崩岗侵蚀以其侵蚀量巨大危害严重而成为最严重的土壤侵蚀类型, 以福建省崩岗侵蚀最严重最典型的安溪县为研究对象, 采用实地调查结合 GIS 的空间分析的方法, 全面分析全县的崩岗侵蚀空间分布特征, 为进行全县的崩岗侵蚀治理提供科学依据, 同时也为全省乃至全国其它地区提供借鉴。研究结果表明: 安溪县有崩岗 12 828 个, 侵蚀面积 2 305.42 hm², 居全省之首, 崩岗个数和面积分别占全省 49.29% 和 31.41%, 75.15% 崩岗处于活动状态, 是全省崩岗侵蚀最严重的地区, 形态多样、类型齐全而以瓢形、混合形和弧形为主, 全县 24 个乡镇(镇)都有崩岗发育, 集中分布在东部, 特别是东南部的官桥和龙门一带, 数量、面积、大小级别、形态和发育阶段等方面都在空间分布上都大致呈现出由东南向西北递减的趋势, 因此进行安溪县崩岗侵蚀防治的总体布设应该以东南部的官桥和龙门为主, 重点治理的力度由东南向西北递减。

关键词: 崩岗; 空间分布; 分区; 土壤侵蚀

中图分类号: S157.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)06-0063-06

Study on the Characteristics of Spatial Distribution of Slope Disintegration Erosion in Anxi County

LIN Jing-lan^{1,3}, CHEN Zhi-ming², HUANG Yan-he³,

XU Yong-ming², JIANG Fang-shi³, GE Hong-li³

(1. Fujian Office of Soil and Water Conservation, Fuzhou 350003, China; 2. Anxi Monitoring Station of Soil and Water Conservation, Anxi, Fujian 350003, China; 3. Department of Resources and Environment Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: Being as its tremendous amount of erosion and severe disaster, slope disintegration is one type of the most severe erosion. Taking Anxi county as an example, one of the most slope disintegration area in Fujian province, the spatial distribution characteristics of slope disintegration was analyzed, which provided support for controlling slope disintegration in Anxi county, and also could be as example for other similar areas in the whole county. The results showed that Anxi county was the most severe erosion county of slope disintegration in the whole Fujian province as it having 12 828 slope disintegration events and an erosion area of 2 305.42 hm², which occupied 49.29 percent, 31.41 percent of amount and area respectively in the whole province, and 75.15 percent of them were in the developing process, ranking the first in the province. Anxi county had all shape of slope disintegration, and ladle, mixed and arc type were prominent types. All 24 towns in the county had slope disintegration, but the east area, especially the southeast area of Guanqiao town and Longmen town, had the higher density. From the southeast area to the northwest area, the spatial distribution of slope disintegration, including its amounts, erosion area, class of size, shape and development process, showed a trend of gradually decreasing. Therefore, the control layout should stress on the southeast area of Guanqiao and Longmen town as a whole, with the trend of gradually decreasing control from southeast to northwest.

Key words: collapsing hill; spatial distribution; regionalization; soil erosion

^{*} 收稿日期: 2009-06-18

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40671113)

作者简介: 林敬兰(1970-), 女, 福建浦城人, 博士生, 高级农艺师, 从事土壤侵蚀与监测研究。E-mail: sunny_cn@126.com

通信作者: 黄炎和(1962-), 男, 广东饶平人, 博士, 教授, 长期从事土壤侵蚀研究。E-mail: yanhehuang@hotmail.com

崩岗是我国南方花岗岩地区最严重的土壤侵蚀类型,年产沙模数可高达 6~ 10 万 t/km²,而安溪县又是南方花岗岩地区典型的崩岗侵蚀区之一,崩岗个数和侵蚀面积分别占福建省 54. 19% 和 34. 82%,其历史之长、面积之广、程度之重、危害之大,居全省之首。以往关于崩岗侵蚀的研究大多集中在崩岗侵蚀分类^[1-4]、发育规律^[5-10]、成因^[1-2,5-8,11-18]及防治^[19-58]方面,而深入探讨崩岗侵蚀的空间分布特征的文献较少。因此,以安溪县为研究区域,在崩岗侵蚀全面调查的基础上,深入地分析安溪县崩岗侵蚀的空间分布特征,以期为制定切实可行的崩岗侵蚀防治体系、改善生态环境、实施可持续发展的科学决策提供依据,同时也可以为全省乃至全国相类似区域的崩岗侵蚀空间分布特征分析及崩岗侵蚀防治提供借鉴。

1 研究区概况

安溪县位于福建省东南部,东经 117°35′-118°17′,北纬 24°50′-25°26′,属于中、亚热带气候区,年平均温度 16~ 22℃,年平均降水量 1 300~ 2 000 mm,土壤类型以砖红壤性红壤、红壤、黄壤为主。全县土地总面积 3 057. 28 km²,总人口 108 万。

安溪水土流失较为严重,是全省重点水土流失治理县之一。全县水土流失 638 km²,占土地总面积 20. 87%,土壤流失总量达 311. 18 万 t,平均土壤侵蚀模数 1 046. 44 t/(km²·a),其中崩岗沟壑的平均侵蚀模数为 6. 61 万 t/(km²·a),按此平均估算,仅崩岗一项,每年土壤流失量为 127. 14 万 t,占全县土壤流失总量的 47. 1%。

2 研究方法

2.1 调查法

在手持 GPS 接收机的支持下,采取普查和典型调查相结合的方法进行安溪县崩岗侵蚀调查。普查对所有崩塌面积在 60 m² 以上的崩岗逐个调查并登记崩岗发生的地点、崩岗面积、深度、宽度、崩岗形态与类型、崩岗防治面积、危害和治理情况。在普查的基础上,选取具有代表性的崩岗开展典型调查,对未治理崩岗,主要调查崩岗植被覆盖度、年均侵蚀量,造成的直接与间接危害,拟采取的水土保持工程措施等内容;对已治理崩岗,则主要调查治理措施现状、投资与治理效益等内容。

2.2 空间分析法

2.2.1 生成崩岗侵蚀 GIS 数据库 借助于 GIS(如可以利用 ArcView 模块),输入通过调查法获得的崩岗侵蚀点坐标位置信息,生成具有 GIS 空间位置的崩岗侵蚀点,建立拓扑,定义和转换成和地形图一

致的坐标系;同时建立包含每个侵蚀点相应的面积、形态、类型、防治面积等数据的属性数据库,在 GIS 中将崩岗侵蚀的空间数据和属性数据进行链接后,得到安溪县崩岗侵蚀一套完整的 GIS 数据库。

2.2.2 空间叠加分析 将安溪县乡镇界、岩石类型分布图等 GIS 中进行数字化、建立拓扑并转换成与崩岗侵蚀点图层相同的坐标系,利用 GIS 强大的空间分析功能,进行空间叠加分析,以探讨安溪县崩岗侵蚀的空间分布特征。

3 结果与讨论

3.1 崩岗侵蚀现状

2005 年崩岗侵蚀调查结果表明(表 1):安溪县共有崩岗 12 828 个,占全省 49. 29%,崩岗密度高达 4. 20 个/km²,崩岗侵蚀面积 2 305. 42 hm²,占全县土地面积 0. 75%,占全省崩岗侵蚀面积 31. 41%。

表 1 安溪县崩岗侵蚀现状			
	土地面积/km ²	崩岗数量/个	崩岗面积/hm ²
安溪县	3057. 28	12828	2305. 42
福建省	122465. 80	26023	7339. 30
占全省比例/%	2. 50	49. 29	31. 41

3.1.1 侵蚀形态 已有研究表明,从形态上划分,可将崩岗分为条形、弧形、爪形、瓢形和混合形,形态越复杂,其治理难度就越大。调查结果表明,5 种崩岗形态在安溪均有分布,而以瓢形、混合形和弧形崩岗分布较广,数量分别占全县总个数的 26. 10%、25. 31% 和 24. 68%(图 1),面积分别占全县崩岗总面积 24. 02%、38. 19% 和 17. 83%(图 2)。

3.1.2 发育阶段 根据的稳定状况将崩岗分为 2 种,(1)仍在继续崩塌,每年出现新露土的活动型崩岗;(2)不再发生崩塌侵蚀的相对稳定型崩岗。调查结果表明(表 2),全县共有活动型崩岗 9 640 个,占全县崩岗总个数的 75. 15%,面积 1 914. 67 hm²,占全县崩岗总面积的 83. 05%;相对稳定型崩岗共有 3 188 个,占全县崩岗总个数的 24. 85%,面积 390. 75 hm²,占全县崩岗总面积的 16. 95%。

调查表明:安溪县崩岗侵蚀占全省崩岗个数 49. 29% 和侵蚀面积 31. 41% 的崩岗侵蚀现状说明安溪县崩岗侵蚀是相当严重的,不仅数量众多,而且侵蚀面积大,侵蚀量巨大,而以混合型崩岗为主,75. 15% 崩岗处在发育阶段的特点则进一步表明了安溪县崩岗侵蚀治理的艰难程度。

3.2 崩岗侵蚀空间分布特征

安溪县崩岗侵蚀空间分析表明(图 3),全县 24 个乡镇(镇)都有崩岗发育而集中在东部,尤其是东南的官桥和龙门,大致呈现出由东南向西北递减的趋

势的空间分布规律, 境内花岗岩广布, 在空间上大致集中在 3 大片: 东北片在长坑、尚卿以北、感德、剑斗以南、祥华以东、湖头以西一带, 西南片在龙涓范围

大部分, 东南片为龙门北西部至官桥的东部。采用 GIS 的空间分析方法还表明, 崩岗与花岗岩的空间分布呈现出高度的相关性。

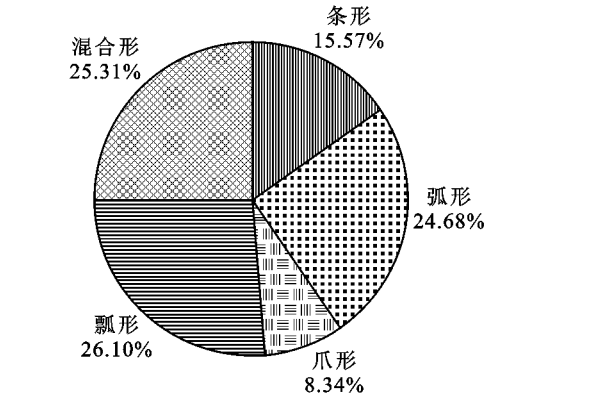


图 1 不同形态类型的崩岗数量分布

表 2 安溪县崩岗侵蚀发育阶段统计表

活动型崩岗		相对稳定型崩岗		活动型/ 相对稳定型	
个数/ 个	面积/ hm^2	个数/ 个	面积/ hm^2	个数 比值	面积 比值
9640	1914.67	3188	390.75	3.02	4.90

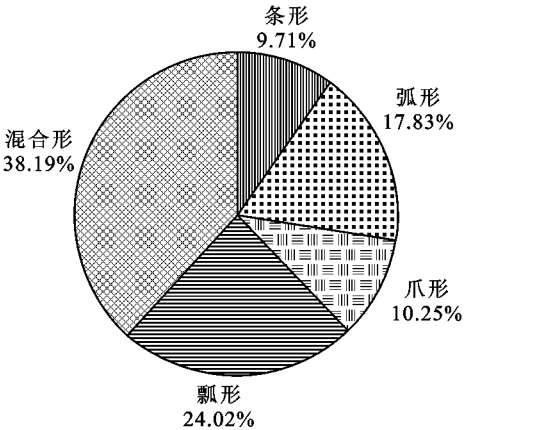


图 2 不同形态类型的崩岗面积分布

崩岗侵蚀密度是全县的近 2 倍, 而中西部的少数乡镇崩岗个数少于 150 个的现状表明安溪县崩岗侵蚀具有中西部逐年增多的特点。

3.2.2 崩岗侵蚀面积的空间分布 崩岗侵蚀面积是以西南的龙涓居第一, 为 403.56 hm^2 , 东南部的官桥和龙门次之, 分别达 294.73 hm^2 和 264.77 hm^2 (表 3), 中东部的湖头居第 4 位(191.4 hm^2), 4 个乡镇合计崩岗侵蚀面积 1154.46 hm^2 , 占全县 50.08% , 其中官桥和龙门就占全县 24.27% 。

崩岗面积在 20 hm^2 以下的乡(镇)有 4 个: 白濂、大坪、福田、凤城, 侵蚀面积合计 61.66 hm^2 , 占全县 2.67% , 除凤城和白濂外的 2 个乡镇都位于中西部。

崩岗侵蚀面积依坡面大小、发育程度和土层厚度的条件变化有所不同。根据崩岗侵蚀面积 $> 3000 \text{ m}^2$ 、 $1000 \sim 3000 \text{ m}^2$ 和 $< 1000 \text{ m}^2$, 将崩岗分成大型、中型和小型 3 类, 崩岗面积越大, 其产生的侵蚀量及危害也越大, 因此大中型崩岗, 尤其是大型崩岗应该作为防治的重点。统计分析表明(表 4), 全县大型、中型和小型崩岗分别为 1855、5367 和 5606 个, 面积分别为 1147.62 hm^2 、 887.62 hm^2 和 270.18 hm^2 , 从数量而言, 大型崩岗分别是中型和小型的 34.56% 和 33.09% , 然而面积分别是小型和中型的 4.25 和 1.29 倍。

空间分析表明(图 4), 大型崩岗主要分布在官桥、龙门和龙涓这 3 个乡镇, 共分布着 897 个大型崩岗, 面积为 658.94 hm^2 , 分别占大型崩岗总数的 48.36% 和总面积的 57.42% , 其中在龙涓和官桥分别达 359 个和 271 个(表 3.4), 各占总数 19.35% 和 14.61% , 大型崩岗侵蚀总面积达 1147.62 hm^2 , 57.42% 在官桥、龙门和龙涓, 其中龙涓和官桥分别占 30.06% 和 16.10% 。

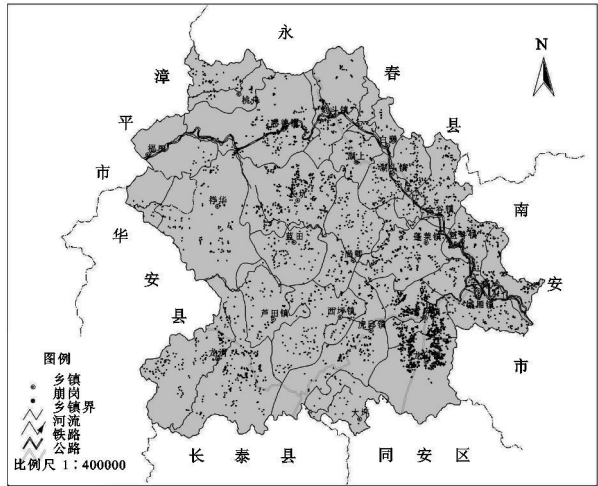


图 3 安溪县崩岗侵蚀点分布图

3.2.1 崩岗侵蚀个数的空间分布 表 3 表明, 崩岗个数则以龙门最多, 官桥次之, 分别达 1228 个和 1220 个, 崩岗密度分别达 $7.86 \text{ 个}/\text{km}^2$ 和 $11.57 \text{ 个}/\text{km}^2$, 西南的龙涓居第 3 位, 为 1005 个, 中部的长坑居第 34 位(871 个), 4 个乡镇(镇)合计崩岗个数达 4324 个, 占全县 33.70% , 其中龙门和官桥就占全县崩岗侵蚀总个数 19.08% , 且其崩岗侵蚀密度远高于全县平均值 (4.20%), 而其余乡镇则都低于全县平均值。

崩岗个数少于 150 个的乡(镇)有凤城、福田和大坪 3 个乡镇, 合计有 387 个, 占全县崩岗总个数 3.02% , 除凤城外外的 2 个乡镇都位于中西部。

东南部的龙门和官桥占全县崩岗个数 19.08%

表 3 安溪县崩岗侵蚀现状统计

乡 镇	土地面积/ km ²	崩岗数量		崩岗面积	
		个数/ 个	密度/ (个· km ⁻²)	侵蚀面 积/hm ²	占土地面 积比例/%
白 瀨	45.16	143	3.17	14.19	0.31
参 内	49.94	485	9.71	71.15	1.42
长 坑	192.16	871	4.53	129.81	0.68
城 厢	107.20	659	6.15	104.31	0.97
大 坪	78.65	115	1.46	11.73	0.15
凤 城	13.26	143	10.78	16.43	1.24
福 田	162.65	129	0.79	19.31	0.12
感 德	221.78	862	3.89	152.40	0.69
官 桥	105.43	1220	11.57	294.73	2.80
湖 上	49.04	238	4.85	23.52	0.48
湖 头	100.03	733	7.33	191.40	1.91
虎 邱	161.77	580	3.59	83.35	0.52
剑 斗	121.41	496	4.09	50.60	0.42
金 谷	101.60	614	6.04	107.37	1.06
魁 斗	55.80	513	9.19	47.82	0.86
蓝 田	99.77	282	2.83	49.91	0.50
龙 涓	372.92	1005	2.69	403.56	1.08
龙 门	156.33	1228	7.86	264.77	1.69
芦 田	91.00	227	2.49	27.38	0.30
蓬 莱	122.86	703	5.72	62.24	0.51
尚 卿	116.42	448	3.85	67.63	0.58
桃 舟	128.26	316	2.46	39.71	0.31
西 坪	145.50	465	3.20	27.96	0.19
祥 华	258.34	353	1.37	44.14	0.17
合 计	3057.28	12828	4.20	2305.42	0.75

3.2.3 崩岗侵蚀形态类型的空间分布 由表 5 可知,崩岗分布较多的官桥、龙门、龙涓、长坑 4 个乡(镇)的不同形态崩岗分布如下:混合形(1 678 个)>瓢形(1 089 个)>弧形(962 个)>条形(408 个)

表 4 安溪县大中型崩岗主要分布乡镇崩岗状况统计

乡(镇)	大型崩岗		中型崩岗		占全县大型崩岗比例/%		占全县中型崩岗比例/%		占全县大中型崩岗比例/%	
	个数/个	面积/hm ²	个数/个	面积/hm ²	个数	面积	个数	面积	个数	面积
官 桥	271	184.73	512	92.57	14.61	16.10	9.54	10.43	10.84	13.62
龙 门	267	129.19	633	115.89	14.39	11.26	11.79	13.06	12.46	12.04
龙 涓	359	345.02	269	47.09	19.35	30.06	5.01	5.31	8.70	19.27
长 坑	34	14.51	778	111.04	1.83	1.26	14.50	12.51	11.24	6.17
小 计	931	673.45	2192	366.59	50.19	58.68	40.84	41.30	43.24	51.10
全 县	1855	1147.62	5367	887.62	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

以上分析表明,无论是崩岗个数还是侵蚀面积,活动型崩岗都占总数的 75% 以上,是相对稳定型的 3 倍以上,因此从全县总体来说治理难度相对较大,治理任务艰巨,而龙门、官桥和龙涓更是因活动型崩岗数量都在 850 个以上。

4 结 论

4.1 数量众多且侵蚀面积和侵蚀量巨大
全县共有崩岗 12 828 个,侵蚀面积 2 305.42

> 爪形(187 个)。其中,官桥以弧形和混合形为主,二者分别占官桥全镇崩岗数量的 32.87% 和 26.80%,面积的 26.86% 和 40.80%;龙门弧形、混合形、瓢形崩岗分布都较多,三者分别占龙门全镇崩岗数量的 27.12%、16.94% 和 45.44%,面积的 27.11%、17.93% 和 45.94%;龙涓以混合形为主,混合形崩岗占龙涓全镇崩岗数量的 65.07%,面积的 86.33%;长坑也以混合形为主,混合形崩岗占长坑全镇崩岗数量的 56.14%,面积的 51.12%。

对崩岗形态的研究,在治理上有一定的指导意义,形态复杂说明坡面的地质构造越复杂,潜在的危害及治理难度也越大,不同形态的崩岗采取的措施也不相同。崩岗的形态特征与所处的地形部位、集水面积、风化壳厚度和特性等有着密切的关系。安溪县崩岗以混合形、瓢形和弧形为主,表明治理难度相对较大,这些类型主要分布在东南的官桥和龙门一带,进一步说明这一带应该作为崩岗侵蚀防治的重点区域。

3.2.4 崩岗侵蚀发育的空间分布 由表 6 可以看出,龙门、官桥和龙涓活动型崩岗达到 3 213 个以上,分别占全县活动型崩岗总数的 12.61%、11.44% 和 9.27%,面积占全县活动型崩岗面积的 13.78%、15.21% 和 19.44%。

在官桥、龙门、龙涓、长坑 4 个崩岗分布较多的乡(镇),活动型崩岗的数量和面积分别是相对稳定型崩岗的 3.02 和 4.9 倍。其中,龙门活动型崩岗的数量和面积分别是相对稳定型崩岗的 101.33 和 296.49 倍,远远超过全县的比例,说明该镇受崩岗的威胁及治理的难度非常大。

hm²,数量和面积都居全省之最,分别占 49.29% 和 31.41%,崩岗密度高达 1.55 个/km²,全县崩岗沟壑的平均侵蚀模数为 6.61 万 t/(km²·a),仅崩岗一项,每年土壤流失量为 127.14 万 t,占全县土壤流失总量的 47.1%。这表明安溪县崩岗侵蚀严重,治理任务艰巨。

4.2 形态多样、类型齐全而以混合形、瓢形和弧形为主

5 种崩岗侵蚀类型在安溪县均有分布,其中混

合形占 1/3 左右, 其次是瓢形和弧形, 表明治理难度相对较大, 而这些类型主要分布在东南的官桥和龙门一带。

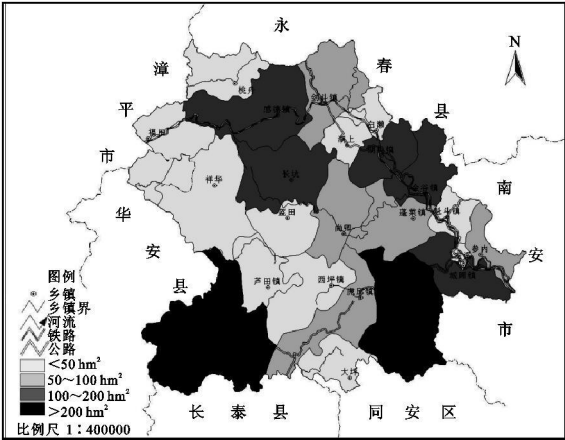


图 4 安溪县各乡镇崩岗侵蚀面积等级分布图

表 5 安溪县崩岗形态分类统计

	形态	官桥	龙门	龙涓	长坑	全县
瓢形	个数/ 个	258	558	135	138	3348
	面积/ hm ²	53.09	121.63	27.46	24.06	553.80
条形	个数/ 个	159	60	90	99	1997
	面积/ hm ²	16.14	8.74	19.04	12.99	223.90
爪形	个数/ 个	75	69	15	28	1070
	面积/ hm ²	26.10	15.15	3.11	5.52	236.22
弧形	个数/ 个	401	333	111	117	3166
	面积/ hm ²	79.16	71.79	5.57	20.88	410.95
混合形	个数/ 个	327	208	654	489	3247
	面积/ hm ²	120.24	47.47	348.38	66.36	880.55
合计	个数/ 个	1220	739	469	351	12828
	面积/ hm ²	294.73	264.78	403.56	129.81	2305.42

表 6 安溪县崩岗发育阶段统计

乡(镇)	活动型崩岗		相对稳定型崩岗		活动型/ 相对稳定型	
	个数 / 个	面积/ hm ²	个数 / 个	面积/ hm ²	个数比值	面积比值
龙门	1216	263.88	12	0.89	101.33	296.49
官桥	1103	291.26	117	3.47	9.43	83.94
龙涓	894	372.30	111	31.26	8.05	11.91
长坑	370	63.17	501	66.64	0.74	0.95
全县	9640	1914.67	3188	390.75	3.02	4.90

4.3 小型崩岗数量众多而大型崩岗侵蚀面积大

全县共有大型崩岗 1 855 处、面积 1 147.62 hm², 崩岗数量分别是中型崩岗和小型崩岗的 34.56% 和 33.09%, 而面积分别是小型崩岗和的中型崩岗的 4.25 和 1.29 倍。全县 18 55 个大型崩岗有 271 个在官桥、267 个在龙门、359 个在龙涓, 长坑和龙门的中型崩岗都位居全县前 2 位, 官桥第 3 而龙涓第 4 位。

4.4 超过 70% 崩岗处于活动状态

全县共有活动型崩岗 9 640 个, 占全县崩岗总个数的 75.15%, 活动型崩岗侵蚀面积 1 914.67 hm², 占全县崩岗总面积的 83.05%, 是相对稳定型的 3 倍, 因此从全县总体来说治理难度相对较大, 治理任务艰巨。

4.5 分布广泛而相对集中, 呈现出由东南向西北递减的规律

全县 24 个乡(镇) 都有崩岗发育, 集中分布在东部, 特别是东南部的官桥和龙门一带, 大致呈现出由东南向西北递减的趋势。官桥和龙门居全县前两位, 龙门的崩岗个数最多(1 228 个) 而官桥的崩岗侵蚀面积最大(294.73 hm²), 合计占全县崩岗侵蚀总个数 19.08%、侵蚀面积 24.27%。与全县其它地区相比, 不仅崩岗数量多面积大, 形态也最复杂, 是全县大、中型崩岗的主要分布区, 因此理应列为全县

崩岗侵蚀防治的重点区域。

总之, 安溪县崩岗数量多、侵蚀面积大、流失量大, 因此崩岗侵蚀非常严重, 治理任务相当艰巨, 而复杂多样的形态和超过 70% 崩岗处在活动状态的特点进一步加剧侵蚀的严重程度, 增加了治理任务的艰巨性。探讨崩岗侵蚀的空间分布并找出其特征, 为进行崩岗侵蚀的防治提供了重要的依据。

参考文献:

[1] 丘世钧. 红土地崩岗侵蚀过程与机理[J]. 水土保持通报, 1994, 14(6): 31-44.

[2] 丁光敏. 福建崩岗侵蚀成因及治理模式研究[J]. 水土保持通报, 2001, 21(5): 25-27.

[3] 张胜龙. 梅县崩岗侵蚀与防治工程[J]. 中国水土保持, 1991(4): 21-25.

[4] 徐朋, 林卫烈. 福建崩岗侵蚀分类命名初探[J]. 福建水土保持, 1991(4): 37-39.

[5] 牛德奎. 我国热带、亚热带地区崩岗侵蚀剖析[J]. 水土保持通报, 1984, 4(3): 26-31.

[6] 江金波. 再论崩岗侵蚀的成因与防治[J]. 中国水土保持, 1995(1): 28-34.

[7] 牛德奎. 赣南地区崩岗侵蚀阶段发育的研究[J]. 江西农业大学学报, 1990, 12(1): 29-36.

[8] 贾吉庆. 崩岗防治的探讨[J]. 福建水土保持, 1999(3): 19-20.

[9] 吴克刚. 华南花岗岩风化壳的崩岗地形与土壤侵蚀

- [J]. 中国水土保持, 1989(2): 2-5.
- [10] 吴志峰, 李定强. 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, 19(5): 24-26.
- [11] 阮伏水. 福建崩岗沟侵蚀机理探讨[J]. 福建师范大学学报: 自然科学版, 1992, 12(增刊): 24-31.
- [12] 殷柞云, 陈建新, 王明怀, 等. 花岗岩风化壳的崩岗侵蚀整治方案及效益[J]. 水土保持通报, 1999, 19(4): 12-17.
- [13] 陈金华. 安溪县崩岗侵蚀现状与防治对策[J]. 福建水土保持, 1999(4): 21-23.
- [14] 阮伏水, 吴雄海. 福建省花岗岩地区土壤允许侵蚀量的确定[J]. 福建水土保持, 1995(2): 26-31.
- [15] 吴克刚. 华南花岗岩风化壳的崩岗地形与土壤侵蚀[J]. 中国水土保持, 1989(2): 2-5.
- [16] 吴志峰, 王继增. 华南花岗岩风华壳的崩岗地形与土壤侵蚀关系[J]. 水土保持学报, 2000, 14(2): 31-35.
- [17] 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.
- [18] 钟继洪, 唐淑英, 谭军. 南方花岗岩风华壳崩岗侵蚀及其防治对策[J]. 水土保持通报, 1991, 11(4): 25-28.
- [19] 李思平. 广东省崩岗侵蚀规律和防治的研究[J]. 自然灾害学报, 1992, 1(3): 68-74.
- [20] 廖建文. 广东省崩岗侵蚀现状与防治措施探讨[J]. 亚热带水土保持, 2005, 17(4): 28-30, 48.
- [21] 袁本华, 周春苗. 新邵县崩岗现状与防治对策[J]. 亚热带水土保持, 2006, 18(3): 52-53, 56.
- [22] 赵辉, 罗建民. 湖南崩岗侵蚀成因及综合防治体系探讨[J]. 中国水土保持, 2006(5): 1-3, 20.
- [23] 刘庆宣, 巫南祥. 梅县治理崩岗泥石流的经验和做法[J]. 中国水土保持, 1991(4): 8-13.
- [24] 张胜龙. 梅县崩岗侵蚀与防治工程[J]. 中国水土保持, 1991(4): 21-24.
- [25] 李树振. 加强崩岗防治工作减少自然灾害发生[J]. 福建水土保持, 1991(4): 40-42.
- [26] 吴海彪. 种植麻竹治理崩岗侵蚀的主要技术措施[J]. 福建水土保持, 2001(3): 24-26.
- [27] 许礼哲, 卢鸿畴. 种植麻竹治理崩岗的试验研究[J]. 水土保持通报, 1994, 14(5): 19-25.
- [28] 许礼哲. 种植麻竹治理崩岗试验初报[J]. 福建水土保持, 1991(3): 46-49.
- [29] 黄生裕, 刘星塔. 麻竹治理崩岗(沟)的栽培技术[J]. 福建水土保持, 1993(4): 13-13, 18.
- [30] 丁光敏. 福建省植物措施治理崩岗的技术[J]. 水土保持通报, 1989, 9(4): 25-27.
- [31] 丁光敏. 福建省引种香根草治理水土流失探讨[J]. 福建水土保持, 1997(4): 18-20.
- [32] 岳辉, 曾河水, 陈志彪. 河田侵蚀区崩岗的生物治理研究[J]. 亚热带水土保持, 2005, 17(1): 13-14, 28.
- [33] 郑邦兴, 张胜龙. 崩岗植物治理技术及效果[J]. 中国水土保持, 1990(4): 30-32.
- [34] 徐众志. 浅谈拦沙坝建设[J]. 中国西部科技, 2005(6): 23-24.
- [35] 陈荣雄, 许灿光. 德庆县水土流失综合治理措施与效益[J]. 广东林业科技, 2002, 18(4): 22-25.
- [36] 曾昭旋. 从暴流地貌看崩岗发育及其整治[J]. 福建水土保持, 1992(1): 18-23.
- [37] 林明添. 大田崩岗侵蚀机理与治理措施初探[J]. 福建水土保持, 1999, 11(3): 21-22, 33.
- [38] 林卫烈, 何英恒, 阮伏水, 等. 尤溪县联合乡滑坡崩岗成因及治理对策[J]. 福建水土保持, 1991(1): 54-56, 58.
- [39] 罗旺元, 陈龙江. 广东省兴宁县崩岗的防治[J]. 福建水土保持, 1991(4): 45-47, 52.
- [40] 赵健. 江西省崩岗侵蚀与防治对策[J]. 中国水利, 2006(16): 47-48.
- [41] 范海池. 隆回县崩岗防治方法探讨[J]. 中国水土保持, 2006(1): 27-29.
- [42] 江金波. 再论崩岗侵蚀的成因与防治: 以德庆, 五华两地为例[J]. 中国水土保持, 1995(1): 19-22.
- [43] 郑昭堃, 施悦忠. 泉州市几种崩岗治理模式的探讨[J]. 福建水土保持, 2004, 16(3): 27-28, 34.
- [44] 张学俭, 沈雪建. 治理与开发相结合, 实现生态与经济效益双赢[J]. 中国水土保持, 2004(9): 1-2.
- [45] 洪思泽. 安溪县治理崩岗显成效[J]. 中国水土保持, 2006(2): 封三.
- [46] 洪思泽, 陈志明, 许永明. 利用崩岗侵蚀劣地建设生态茶园的主要技术探讨[J]. 中国水土保持, 2006(2): 26-27.
- [47] 黄志坚, 颜沧波. 安溪县龙门镇崩岗调查及防治对策[J]. 福建水土保持, 2000(1): 39-41, 45.
- [48] 陈金华. 安溪县崩岗侵蚀现状与防治对策[J]. 福建水土保持, 1999(4): 21-23.
- [49] 施悦忠, 郑添发, 林昆山. 安溪县官桥镇崩岗的综合治理及效益分析[J]. 福建水土保持, 1993(2): 52-54, 44.
- [50] 许金城, 施悦忠, 吴振福. 安溪县崩岗侵蚀的调查与对策[J]. 福建水土保持, 1997(4): 28-30.
- [51] 林明添, 郑淳. 大田县崩岗滑坡现状与防治对策[J]. 水土保持通报, 1999, 19(1): 49-51.
- [52] 钟继洪, 唐淑英. 南方山区花岗岩区化壳崩岗侵蚀及其防治对策[J]. 水土保持通报, 1991, 11(4): 25-28.
- [53] 伍斌, 颜小红. 下源河流域的崩岗治理[J]. 中国水土保持, 1995(1): 23-24.
- [54] 鲁胜利. 加快花岗岩区崩岗治理的措施建议[J]. 中国水利, 2005(10): 44-46.
- [55] 刘瑞华. 华南地区崩岗侵蚀灾害及其防治[J]. 水文地质工程地质, 2004, 31(4): 54-57.
- [56] 李小强, 李相玺, 吴振福. 江西省崩岗侵蚀防治对策[J]. 江西水利科技, 2002, 28(4): 256-258.
- [57] 张凤洲. 花岗岩红色风化壳上崩岗的治理[J]. 珠江水利水电信息, 1993(4): 28-31.
- [58] 谢建辉. 德庆县崩岗治理及其防治对策[J]. 亚热带水土保持, 2006, 18(2): 52-54.