

洞庭湖流域花岗岩地区的水土流失特征及类型划分

陈修颖¹, 罗昀², 李超群²

(1. 衡阳师范学院 地理系, 湖南 衡阳 421008; 2. 南京大学, 江苏 南京 210093)

摘要: 花岗岩母质土壤区在洞庭湖流域广泛分布。由于内在机理及洞庭湖流域特殊的气候条件和人地关系状况, 使这一类土壤区成为洞庭湖流域最为严重的水土流失地区之一, 并引起了严重的环境、社会、经济后果。花岗岩分布区地形陡峭、风化速度快, 风化层深厚, 极易导致水土流失。在内生动力和外部动力的共同作用下, 水土流失的时序特征与风化层各层的特性紧密相关。为了科学治理, 首次尝试对湿润区花岗岩水土流失区进行区域界定并作了类型区划分。

关键词: 洞庭湖; 花岗岩区; 水土流失

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2004)01-0060-03

中图分类号: S157.1

Features and Types of Soil Erosion in Granite Region of Dongting Lake Basin

CHEN Xiu-ying¹, LUO Yun², LI Chao-qun²

(1. Geography Department of Hengyang Teacher's College, Hengyang 421008, Hu'nan Province, China;

2. Nanjing University, Nanjing 210093, Jiangsu Province, China)

Abstract: A granite based soil region is distributed widely in the drainage area of Dongting Lake. Intrinsic characteristics of granite, special weather conditions and the relationship between humans and land in the Dongting Lake drainage area make this soil region one of the most seriously affected by soil erosion and causes very bad environmental, social and economical results. In the granite area, topography is steep, weathering is rapid, the layer of weathering is very deep and the soil is very easily eroded away. With inherent and external erosion forces acting together, it is possible to relate a time sequence to the features of every weathering layer. On the basis of observations to the granite bedrock, the authors indicate the soil erosion region in different areas, suggest the time sequence characteristics of soil erosion and reveal the temporal and spatial differences between soil erosion occurrences. To manage the extent of the study, the authors first try to classify the regional differences in granite soil erosion within wetter areas.

Keywords: Dongting Lake; granite area; soil erosion

依母质、气候、水文等自然状况及人地活动特征的不同, 湿润地区存在许多斑块状的脆弱地表系统, 广泛分布于长江流域中、上游的花岗岩区即此一类。其中以湘江、资水、沅水、澧水 4 水系组成的洞庭湖流域是一典型代表。该区域花岗岩母质区严重水土流失是造成这 4 水河道淤塞、洞庭湖南岸淤积、河岸抬高和大量山塘报废的主要原因之一, 也是湖南省存在大批中低产田的直接原因。这一问题直接导致农业生态环境恶化和洞庭湖水系失去调洪抗灾能力, 同时还对湖南省河湖沿岸 8 座大中城市构成严重的洪水威胁。

1 洞庭湖流域花岗岩分布及地貌形态

1.1 花岗岩母岩的空间分布

洞庭湖流域花岗岩母岩出露总面积 1.89×10^4

km², 约占全流域国土总面积的 10.3%^[1]。流域内花岗岩类母岩分布十分广泛, 主要出露于雪峰山以东地区, 其中 93% 分布在湘水和资水流域(表 1)。花岗岩主要为中酸性岩类, 大部分呈基岩产出。据统计, 出露面积大于 100 km² 的岩基有 43 个, 大于 1 km² 的岩基有 250 多个。

1.2 地貌形态及风化壳特征

地貌形态是影响花岗岩分布区水土流失的重要因素。洞庭湖流域花岗岩产状大多为岩盘和岩株。在地壳抬升地区, 上覆沉积岩很快被剥蚀, 露出花岗岩体所成的大面积山区, 如湖南与广东接壤的五岭山地都是花岗岩侵入体, 地貌上为穹窿山, 花岗岩山地的四周多为古生代地层包围。由于花岗岩呈岩盘构造, 故此类山地高峻浑圆, 坡度 30°左右。岩株产状的花

收稿日期: 2003-06-14

资助项目: 国家自然科学基金重点项目(48931070)专题成果之一。

作者简介: 陈修颖(1965—), 湖南长沙人, 衡阳师院副教授, 博士生。研究方向为区域经济与环境。E-mail: cxy418549@sohu.com。

花岗岩山体多是险峻的山体^[3]。上述 2 种产状的花岗岩在抬升幅度不大、出露面积不大的情况下,形成的地貌多为中低山,如宁乡洑山、邵东毛荷殿山体等多为中低山体,坡度在 30°以下。在洞庭湖流域水土流失最严重的地形是花岗岩红土丘陵,此类地形占全部花岗岩地形的 75%以上。

洞庭湖流域花岗岩母岩区风化壳厚度大,大多在 20 m 以上,观测到的最大深度为 87 m(望城丁字弯采石场)。我们通过对宁乡流沙河沿岸的定点观察,发现

花岗岩的风化具有明显的阶段性,且风化速度快。新鲜母岩出露地表后即出现层状剥离,剥离脱落最明显的是夏末秋初和冬末春初 2 个季节,经若干年后,按节理劈裂的方形花岗岩块即风化成球蛋状,这种“石蛋”广泛见于废弃的采石场和植被破坏的大面积裸露地上。第 2 阶段的风化是难以察觉其过程的,但其结果是形成状似“豆腐渣”的风化物,若无植被或表土保护,经雨水的冲刷,黏性成分被冲走,在地表滞留一层石英沙。

表 1 洞庭湖流域花岗岩母岩出露情况

分布区	形成时期	岩石类型	典型岩体
湘江、资水中上游	加里东期	黑云母花岗岩 黑云母二长花岗岩	彭公庙岩体、万泽山岩体、越城岭岩体、海泽山岩体
湘江中游、衡阳盆地边缘	印支期	黑云母花岗岩 二云母花岗岩	塔山岩体、土坳一白果岩体、阳明山岩体、骑田岩体
湘江流域上、中、下游	燕山期	黑云母花岗岩 白云母花岗岩 黑云母二长花岗岩	大东山岩体、幕阜山岩体、南岳岩体、望湘岩体、关帝庙岩体、洑山岩体、渚广山岩体、五峰山岩体

注:资料来源于文献[2]。

2 洞庭湖流域花岗岩的水土流失特征

2.1 水土流失的动力特征

2.1.1 内生动力 花岗岩风化壳的内生结构总特点是厚度大,结构松散,沙性重,透水性强及水稳性很差。同时,风化速度非常快。这些特点与花岗岩的特殊矿物组成是密切相关的。花岗岩类母岩主要由长石类、石英、黑云母、角闪岩等矿物组成,常为粒状结构,由于各种矿物的膨胀系数不一,加之颜色反差大,吸热速率不一。

在温度剧变及强光照作用下,花岗岩易发生粒状崩解,使之涣散。其中的长石、黑云母等与水、氧气和弱碳酸作用,使长石变成高岭石,黑云母析出铁,变成褐铁矿和黏土矿物,而石英则较稳定,当地下水渗透

到碎石层以后,含酸量增加,铁质氧化迅速,斜长石、正长石、黑云母等相继风化,核心部分只留下仍未瓦解的石英颗粒。因为花岗岩经风化作用常形成沙土,成为洞庭湖流域内最脆弱的地表系统。

地形是影响水土流失过程的重要因素之一。根据我们观测所得到的资料(表 2)进行回归拟合分析,得出洞庭湖流域花岗岩地区坡度与侵蚀强度的相关关系式:

$$H = 0.92S + 0.57$$

式中:H——年平均剥蚀深度(cm/a),仅指散流剥蚀深度;S——坡度(实测资料介于 12°~46°间,此坡度区间以外的相关情况,待进一步研究)。可见,在坡度 12°~46°间,在其它条件相似的情况下,水土流失随地形坡度增加,水土流失加剧。

表 2 不同坡度条件下花岗岩地区土壤侵蚀情况

调 查 样 点	宁乡县流沙河镇				望城县				邵东县石珠桥镇				衡阳县井头镇、关市乡			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
坡度/%	35	32	28	25	17	22	20	12	44	37	40	38	25	18	40	46
植被/%	34	30	29	30	35	30	31	27	38	40	35	37	25	28	20	33
坡 向	S	SE	S	NE	N	NE	S	SE	S	E	SW	W	WS	S	SE	S
侵蚀量/(cm·a ⁻¹)	0.87	0.86	0.83	0.78	0.73	0.75	0.76	0.70	0.95	0.90	0.96	0.95	0.81	0.72	0.96	1.00
年降水量/mm	1 358				1 370				1 411				1 231			
年均气温/℃	16.8				16.9				16.5				17.5			

2.1.2 外生动力

(1) 气候作用。决定花岗岩风化及其风化壳表层水土流失的主导因子是降水量及其变率,气温高低及年、日较差。

洞庭湖流域降水充足,多年平均降水量达 1 200~1 700 mm,这为表土物质的运移提供了充足的载体。同时降水变率大,尤其是夏季多暴雨,提供了强劲的冲刷力,使坍塌、崩岗、滑坡、泥石流等水土流失剧烈过程极易发生。邵东县在 1979 年 7 月的 2 d 里,降暴雨 200 mm,使毛荷殿地区 100 hm² 农田被淤,淤沙最厚达 1 m。该区域年平均气温达 17 C~19 C,较高的平均气温确保了化学风化的旺盛进行,同时,气温的年较差和日较差都大,年较差达 20 C~26 C;花岗岩温度日较差则更大。

根据 1995 年在衡东杨林的实测,夏季时达 30 C 以上,含黑云母的深色花岗岩更高达 37 C 左右。如此剧烈的温差,是花岗岩物理风化的主要动力。

(2) 人地关系。人地关系变迁是花岗石母质土壤区水土流失最主要的驱动力。首先乱砍滥伐是导致水土流失的根本原因之一。如邵东县东南部花岗岩盆地包括毛荷殿、茶子山、石株桥 3 个乡镇,总面积约 127.9 km²。20 世纪 50 年代初,森林覆盖率为 23%,但 1986 年锐减至不足 10%。其原因是经济落后,人口增加,原有耕地不够,于是向花岗岩缓坡岗地开垦,在 35 a 时间内共新增耕地 15 km²,占全部水土流失区 62 km² 的 24.2%,并且全部为剧烈流失区。其次是产业结构与生产方式的变化。洞庭湖花岗岩母质地区的水土流失在很大程度上与土地资源利用不合理有关。

解放初至 20 世纪 70 年代末高度计划经济时期,“以粮为纲”是土地利用和确立产业结构的总方针,该区全部为一年二熟水稻,有的地方另加一茬旱作而一年三熟。土地过度利用,无土壤结构恢复期,耕作层物理结构很差。同时,湖南水稻种植的传统习惯是“浸泡、深翻、碾碎、漫灌”,致使耕作层大量流失,土壤肥力和质地退化,很快成为中低产田。同样的耕作方法运用到 25° 以上的梯田,导致剧烈水土流失。

2.2 水土流失的时序特征

花岗岩母岩区水土流失的时序过程与其层次结构密切相关。经我们观察,在地表郁闭度高,坡体地质条件稳定的情况下,表层土的流失实际上是很难发生的,若地表具有完整的 3 层植被(乔、灌、草蕨),其侵蚀量非常微弱。但一旦表层被破坏,流失过程则迅速进行,从腐殖层→红土层→网纹层的侵蚀速度呈现慢→快→慢的特点,并且这一过程会连续进行,直至出现过渡层底层甚至基岩出露方才停止。

由此可见,花岗岩母岩区的水土流失问题首先是防止表层植被破坏。一旦大面积表土流失后,必须采取工程和生物措施结合,但如果心土层也被侵蚀完,则只有采取工程措施,生物措施基本无效。

3 水土流失类型划分

3.1 流失区域的界定

土壤退化在时间上是一个渐进的过程,在空间上存在渐变的过程。为了研究的方便以及便于指导水土流失的预防治理工作,确定一条流失-非流失的机械界线是必要的,尽管这条界限在理论上不存在的。

根据实践经验^[3],确定非流失区的边缘比确定流失区的边界要容易一些,因为可以参照的地表指示性指标多。根据我们对流沙河上游的观测,确定划分标准如下(表 3)。

表 3 洞庭湖花岗岩非流失区划分标准

用地类型	指示指标或农作物	侵蚀量/(t·km ⁻²)
缓坡梯田 (坡度≤25°)	水稻	≤7.00
	旱作	≤12.50
	果园	≤6.00
陡坡梯田 (坡度 25°~30°)	水稻	≤12.50
	旱作	≤16.00
	果园	≤10.00
平地旱地	无明显侵蚀	≤9.00
山麓果茶园	郁闭度>60%	≤6.00
蕨草、灌木丛山地	郁闭度>85%	≤13.00
马尾松纯林地	郁闭度>85%	≤10.50
松、杉、竹、阔叶林地	郁闭度>90%	≤7.00

3.2 类型划分

洞庭湖流域花岗岩分布区在地域上不连续,呈斑块状分布,各地差异很大。因此,按水土流失强度划分是一个可比照的方法。类型划分必须建立在大面积的实地普查基础上,遥感资料是最重要的普查依据,同时可结合湖南省 1988—1992 年进行的全省范围土地详查资料进行分析比较。根据实践经验,将林草地按轻、中、强 3 个等级划分水土流失区,其它各种地表类型划分成轻、中、强、剧烈 4 级水土流失类型区。侵蚀种类划分为农地土壤片蚀、林地土壤磷片状侵蚀、荒地土壤磷片状侵蚀,以及土壤沟蚀、崩塌等。

3.2.1 农地土壤片蚀 按耕地耕作层土壤侵蚀后残留程度划分。(1) 轻度:表土 20% 以下被蚀;(2) 中度:表土 20%~40% 被蚀;(3) 强度:表土 40%~80% 被蚀;(4) 剧烈:表土全部被蚀,心土部分被蚀,局部裸露母岩。

(下转第 73 页)

6 结 语

水资源是制约松嫩平原社会经济可持续发展的重要因素之一,能否实现水资源可持续利用是直接关系到 21 世纪松嫩平原社会经济发展和生态环境建设的成败。因此,采用下述战略性思想、对策和措施,可为实现松嫩平原水资源可持续利用提供科学指导。

(1) 松嫩平原属于生态脆弱地区,应把生态环境需水纳入到区域水资源总量供需平衡,避免出现城市工业用水挤占农业用水,农业用水挤占生态用水的格局,保证一定数量的生态环境用水,水资源利用才是可持续的,才能符合可持续发展的要求。

(2) 充分利用本区水资源,以资源水利与环境水利为导向,加强供水能力的建设,合理配置水资源,实现水土资源平衡。

(3) 松嫩平原是重要的商品粮基地,水是农业的命脉。因地制宜地调整农作物结构和布局,大力发展节水农业,实施水资源资产化管理和价值补偿制度,提高水资源利用率和利用效率。

(4) 提高区域水资源管理水平,采取技术、经济、行政和法律等手段来综合管理,使有限的水资源发挥最大的潜力和价值。

(5) 积极开展多水源(大气降水、地表水、土壤水和地下水)综合开发利用技术研究,解决水资源短缺与社会经济可持续发展的关系,将是 21 世纪半干旱半湿润地区水资源研究的重点领域和热点问题。

(上接第 62 页)

3.2.2 林地土壤片蚀 按林、灌郁闭度划分。(1) 轻度:乔、灌、草 3 层,闭郁度 70% 以上;(2) 中度:灌草 2 层,乔稀疏,闭郁度 50%~70%;(3) 强度:草被层,灌木稀疏,闭郁度小于 50%。

3.2.3 草地、荒地土壤片蚀 按照杂草的覆盖度划分。(1) 轻度:闭郁度大于 80%;(2) 中度:闭郁度 50%~80%;(3) 强度:闭郁度小于 50%。

3.2.4 沟蚀 按侵蚀沟面积占测定集水区面积的比例划分。(1) 轻度:小于 5%;(2) 中度:5%~20%;(3) 强度:20%~70%;(4) 剧烈:大于 70%。

3.2.5 崩塌 崩塌侵蚀类型强度级别按崩塌的面积占所测定区域的面积的比例来进行划分,其划分结果

[参 考 文 献]

- [1] 余国营. 1998 年松嫩洪灾成因与减灾对策[J]. 科技导报, 1999(3): 58—60.
- [2] 李取生, 裘善文, 邓伟. 松嫩平原土地次生盐碱化研究[J]. 地理科学, 1998, 18(3): 268—272.
- [3] 黄锡畴. 东北地区西部生态环境脆弱带研究[M]. 北京: 科学出版社, 1996. 33—35.
- [4] 汪恕诚. 资源水利的理论内涵和实践基础[J]. 中国水利, 2000(5): 11—16.
- [5] 吴季松. 在全国水资源工作座谈会上的总结讲话[J]. 水资源保护, 2000(1): 1—6.
- [6] 中国科学院地学部. 关于 21 世纪初期加快西北地区发展的若干建议[J]. 地球科学进展, 2000, 15(1): 1—10.
- [7] 沈国防. 生态环境建设与水资源的保护和利用[J]. 中国水利, 2000(8): 14—19.
- [8] 刘昌明. 中国 21 世纪水供需分析. 生态水利研究[J]. 中国水利, 1999(10): 18—20.
- [9] Heikurainen L. On using groundwater table fluctuation for measuring evapotranspiration[J]. Acta Forestalia, Fennica, 1983. 5—16.
- [10] 籍传茂, 王兆馨. 地下水资源的可持续利用[M]. 北京: 地质出版社, 1999. 38—47.
- [11] 甘泓, 李令跃, 尹明万. 水资源合理配置浅析[J]. 中国水利, 2000(4): 3—6.
- [12] 章光新, 赵志春. 吉林省西部水资源可持续开发利用技术初步研究[J]. 国土与自然研究, 2000(3): 54—55.
- [13] 王占兴, 宿青山, 林绍志. 白城地区地下水及第四纪地质[M]. 北京: 地质出版社, 1985. 23—29.

如下。(1) 轻度:崩塌面积小于 10%;(2) 中度:崩塌面积为 10%~25%;(3) 强度:崩塌面积为 25%~40%;(4) 剧烈:崩塌面积大于 40%。

[参 考 文 献]

- [1] 傅集贤, 彭文海. 湘中丘陵花岗岩侵蚀劣地水土保持林效益研究[J]. 水土保持通报, 1998, 18(6): 49—53.
- [2] 农业区划委员会. 湖南省农业地貌区划, 1987. 5—10.
- [3] Buxton B P, Berry L. Weathering of granite and associated erosion features in Hongkong[J]. Bull of the Geol, Soc of Amer, 1996, 68(10): 35—41.
- [4] 朱震达. 南阳盆地边缘花岗岩侵蚀地的观察[J]. 地理学报, 1985, 21(3): 45—51.