

文章编号:1001-4810(2001)01-0035-05

峰丛洼地的基岩物质组成与土地退化差异分析^①

周游游,时坚,刘德深

(中国地质科学院岩溶地质研究所,桂林 541004)

摘 要:根据可溶岩层组中非可溶夹层的出露情况对我国西南岩溶山区峰丛洼地进行了划分,并对不同基岩物质组成的峰丛洼地的土壤、土地类型及植被、坡面形态和地表径流特征及其差异进行了论述。在此基础上对不同基岩物质组成的峰丛洼地土地退化的过程及其差异进行了分析,进而论证了各地貌部位合理的土地利用布局。

关键词:峰丛洼地;土地退化;土地利用

中图分类号:S157.1;S151

文献标识码:A

1 峰丛洼地及其物质组成的基本类型

本文所指的峰丛洼地,强调在溶蚀作用基础上形成的(半)封闭负地形和包括非可溶岩在内的,与可溶岩组成的正地形,该峰丛洼地广泛分布于我国亚热带岩溶区^[1],在湖南西部、贵州和广西(西)北部集中连片,分布面积最大、最具代表性。

经典定义中的峰丛洼地,是指由较纯的石灰岩形成的,山体基部相连的圆锥状山峰和封闭的浑圆形溶蚀洼地组合形成的地貌类型^[2]。对其进一步的划分主要是根据地形坡度、高差以及山峰与基底的高宽比等特征进行^[3]。

结合亚热带岩溶山区的普通现象,并针对土地合理利用问题,从土地利用布局优化和控制水土流失及其它生态环境改善等实际应用的角度出发,笔者认为峰丛洼地的进一步划分应着重物质(固体松散物和水)从源区向汇区的移动特点,以及是否有(半)封闭的低洼负地形存在。在此基础上对峰丛洼地的进一步划分,则主要根据土壤和土地的分布,植被景观特征和坡面形态等控制和影响物质由上部山体(源区)向下部洼地(汇区)移动的因素。而土壤和土地的分布、地表景观特征和坡面形态变化则主要取决于地层岩性为主的地质基础,这在气候条件基本一致的情况下

表现得更为明显。

我国亚热带岩溶山区的峰丛洼地存在三种具代表意义的基本类型。其差异决定于可溶岩地层中是否有一定(总)厚度的非可溶岩夹层以及可溶岩与非可溶岩地层的相互位置(图 1):类型 1 由可溶岩与非可溶岩组成,非可溶岩叠置在可溶岩上部,这在黔西最为典型;类型 2 由一组非可溶岩和两层可溶岩组成,非可溶岩夹层在可溶岩地层之间,在湘西、黔北、桂西最具代表性;类型 3 是由可溶岩单独形成的经典概念中的峰丛洼地,在桂西北及桂北最为典型。这三类峰丛洼地在坡体形态、土壤及土地类型、植被条件等地表景观和地表、地下径流方面均有一定差异。但最为重要的差异体现在固体松散物的来源区和汇集区相对面积大小、物质组成成分、物质移动速度特征等方面。这在土地利用布局 and 水土流失控制等方面十分重要,并基本控制了土地退化过程和最终结果。

2 不同峰丛洼地的特征及其差异分析

2.1 坡面径流差异

从径流特征看,类型 3 坡体上所接受的大气降水可分两部分进行径流。一部分从坡体直接进入地下并向下游排泄,一部分从地表进入洼地,再通过洼地进

^① 基金项目:国家计划委员会基金项目——“滇黔桂湘岩溶贫困区岩溶水有效开发利用规划建议与开发示范”课题资助

作者简介:周游游(1961—),男,副研究员,博士,主要从事岩溶山区生态环境研究。

收稿日期:2000-10-23

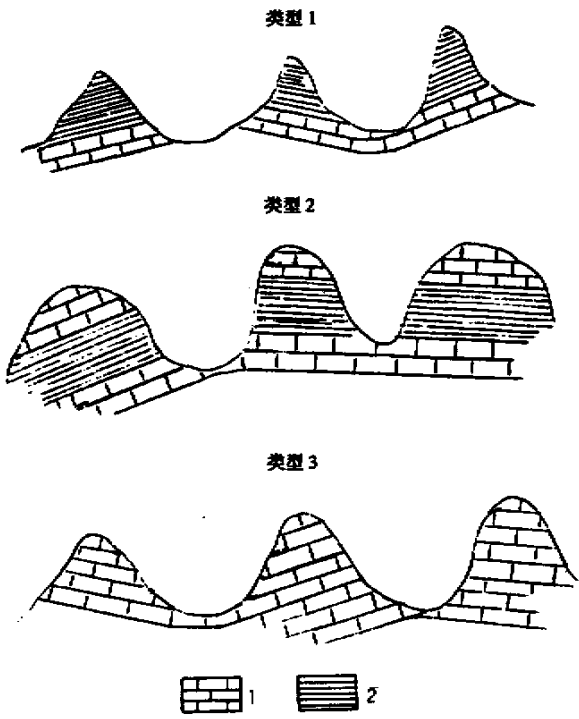


图 1 峰丛洼地物质组成的三种基本类型
Fig. 1 Tree types of peak cluster-depression
composed of different bedrock
1. 可溶岩; 2. 非可溶岩

入地下后向下游排泄。从大范围的降水入渗系数平均值计算,降水入渗系数在 0.3~0.4 之间,除地表截流和蒸发部分(约占降水量的 20%),坡面上接受的降水直接损失达 50%以上,从而大大削减了坡面径流强度及对固体松散物质的冲击和携带能力,只有不到 50%转为地表坡面流从地表流入洼地。如果按洼地面积占全部峰丛洼地总面积的 14%这一平均数值计算,则单位面积上直接从地表坡面流进入洼地的水量是洼地本身接受大气降水的 3 倍左右。

类型 1、2 的情况则完全不同,在非可溶岩出露地段及其以上坡体的降水入渗系数平均在 0.1 左右。这样,除地表截流和蒸发部分外(约占降水量的 20%),坡面上接受的降水直接损失约 30%,其它 70%的降水则转化为地表坡面流进入洼地。坡面径流强度及冲刷能力比类型 3 明显加大。若同样按洼地占总面积的 14%这一平均数值计,则单位面积上直接从地表坡面流进入洼地的水量是洼地本身接受大气降水的 5 倍左右,远大于类型 3 的情况。

另外,对于洼地本身来讲,类型 3 不存在地表水越过峰丛山体之间的鞍部直接向外排泄的现象;而类型 1 和类型 2 则存在这种现象,尤其是在植被遭受严

重破坏,坡面发生强烈水土流失情况下。

2.2 土壤和土地类型差异

在上述 3 类不同基岩物质组成的峰丛洼地中,土壤和土地类型及其分布位置除受气候、地形等因素影响外,还深受母岩特性影响。从土壤类型看,非可溶岩出露地段基本皆由地带性土壤组成,而可溶岩出露地段则由非地带性土壤和地带性土壤共同组成^[4]。二者在土壤肥力、化学性质等方面存在很大差异,对天然植被分布和土地利用规划等都有很大影响。但在植被受到破坏后,其物理特征,尤其是土壤剖面特性对水土流失和土地退化起着更大的控制作用,从而主导着土地退化的过程和最终结果。土壤—基岩剖面特性的差异主要体现在土层分布均匀程度及土层与基岩的接触过渡关系两个方面(图 2)。另外土层厚度和粒度也是构成这种剖面特性的差异的不可忽视的方面。

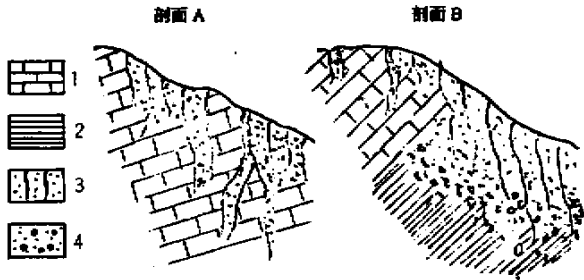


图 2 非地带性土壤(A)与地带性土壤(B)剖面差异
Fig. 2 Difference between profiles of the intrazonal
soil and zonal soil
1. 可溶岩; 2. 非可溶岩; 3. 土壤; 4. 非可溶岩风化碎屑

一般情况下,非地带性土壤以钙质淋溶土为主,其厚度较薄,这在类型 3 最为典型。剖面上看,该类土壤的颗粒自上而下细而均匀, $\geq 0.01\text{mm}$ 的颗粒含量一般在 5%以下;土层厚度在坡体上一般不超过 50cm,并往往有大量土壤深入溶蚀裂隙之中,因而土层不连续,土被覆盖率常不到 50%。因此,植被破坏后可流失的固体松散物较少,且颗粒细而均匀。但最为关键的是由于缺乏母岩风化层,因而所流失的土壤基本皆为质地很细、有机质含量很高的物质。这些物质进入洼地后很少对洼地带来不良的影响。土壤流失殆尽后直接出露不可移动的可溶岩基质,基本不发生较粗颗粒的移动。

非可溶岩坡体上形成的地带性土壤则情况完全不同,主要体现在土层厚度大,颗粒上细下粗,可流失量大,流失物的平均粒径粗。除土壤可移动外,风化带亦可发生强烈的移动、流失。因此,随水土流失进入洼地的固体物质数量大,但有机质含量少,且粒径由细

变粗,对不断受到加积的洼地破坏性甚大。

尽管一般情况下洼地内非地带性土壤占优势,但地带性土壤也往往组成较大面积的土被,地带性土壤所占面积的比例决定于非可溶岩出露的面积和具体岩性。在类型3的洼地中,土壤基本皆由钙质淋溶土等非地带性土壤组成,土层厚度较小,常有基岩出露地表。而在类型1和类型3的洼地中,地带性土壤可占一定面积,甚或可占优势。湘、黔两省岩溶山区由铝质湿润淋溶土、铝质常湿富铁土等地带性土壤为主组成的洼地非常普遍。

由于非可溶岩出露地段地形坡度较大,且成土物源丰富,因此,受基岩岩性的控制,土地类型往往以地带性土壤形成的中层或厚层陡坡地或险坡地为主。在可溶岩出露的地段,则土层较薄且不连续,较为常见的土地类型往往是以钙质淋溶土等非地带性土壤为主组成的薄层或土被不连续的斜坡地和陡坡地。在天然状态下,洼地内的土层厚度有一定差异,即类型3比前两者较薄。但坡体上植被遭受(严重)破坏并发生强烈水土流失后,洼地内的土层厚度和土壤剖面受坡体上泄下的固体松散物加积影响,会发生极大的变化,尤其是类型1和类型2的洼地。

在类型3的情况下,洼地是土壤唯一最为集中的部位。其土地类型以厚层或中层缓坡地或平坡地为主。在类型1和类型2的情况下,除洼地外,非可溶岩出露地段及邻近部位均可成为土壤相对集中的地貌部位。洼地内的土地类型以厚层缓坡地或平坡地占绝对优势,土壤可以主要由地带性土壤组成,也可主要由非地带性土壤组成。

总之,在上述3种峰丛洼地中土壤和土地类型的差异及其分布情况主要体现在土层厚度、土壤类型、剖面特性和地形坡度3个方面。具体地说:①类型3基本皆由非地带性土壤组成,土体在洼地最为集中。坡体上土壤匮乏,土地类型以薄层和土被不连续的非地带性土壤斜坡地或陡坡地为主;洼地内的土地类型主要为中层或厚层非地带性土壤缓坡地和平坡地。②类型1和类型2同时并存地带性土壤和非地带性土壤。洼地内土壤较为集中,土地类型以厚层缓坡地和平坡地为主,土壤可以是地带性土壤,也可以是非地带性土壤。类型1的坡体中部和上部非可溶岩出露地段土壤相对集中,土地类型以中层或厚层地带性土壤陡坡地和险坡地为主。类型2的上部或顶部可溶岩出露地段土壤相对匮乏,土地类型以薄层或土被不连续的非地带性土壤斜坡地或缓坡地为主。③土壤剖面和机械组成的差异受地层岩性控制。非地带性土壤厚度小、质地均匀且颗粒很细,土壤与基岩直接接触;地带

性土壤厚度较大,并含有较多砂级以上颗粒,且在土壤C层含大量砾级固体松散物质。

2.3 植被差异

在天然状态下,洼地内的植被差异较小,基本皆为常绿阔叶林。而坡体上的植被则截然不同。类型3的坡体上为典型的亚热带喀斯特常绿落叶阔叶混交林。其具明显的岩生性和喜钙耐旱特点,种类复杂多变,树种、树形及生长速度皆受小生境控制。类型3在坡体顶部或上部可溶岩出露地段为较典型的喀斯特森林或灌木林;在坡体中部和类型1的坡体中部及上部非可溶岩出露地段则为亚热带常绿阔叶林,其优势种明显,树种相对较少。上述两种植被类型中,树木的根系差异很大,主要体现在:①可溶岩出露地段的非地带性土壤喀斯特森林的旱生植物根系十分发达,主根深入地下深处,对土壤的固着能力很强,但侧根不发达。所以,当地上部分被砍伐后,留下的根系对表层土壤的固着作用明显降低。②地带性常绿阔叶林中的植物根系向地下发育的深度远远不如前者,但侧根较发达。相对来说,当地上部分被砍伐后的相当长的时间内对表层土壤仍有一定的固着能力。③喀斯特森林植物种类较多,不同植物种类的根系相互交叉,更为复杂,可谓盘根错节。在物体上根系数量更大,因而当植被保护完好的情况下对土壤的固着能力更强。④喀斯特常绿落叶阔叶混交林的枯枝落叶量大于常绿林,对大气降水的缓冲性能更高。因此,在保护水土过程中间接地弥补了郁闭度相对偏低的不足。

3 峰丛洼地土地退化过程及土地利用布局

3.1 土地退化过程

根据物质(主要指固体松散物和水分)的移动,可以将峰丛洼地划分为物质源区和物质汇区两大部分。相对来说,峰丛山体的坡面部分为物质源区,洼地则为物质汇区。从山顶到洼地的每一部分皆为源与汇的关系。在基本未受人类活动干扰的情况下,生态系统通过长期自然演化,源汇区的物质输出输入是相对平衡的。源区的输出量大于输入量,汇区的输入量则大于输出量。在森林砍伐或土地开垦等人为干扰后,上述平衡就会被打破。但对于上述3种不同类型的峰丛洼地,这一平衡被打破后所产生的效果有较大的差异。产生这些差异的原因不在于源区与汇区的相对面积,而源区向汇区的物质输出量才是最为关键的。其数量或规模的差异甚大,类型1和类型2远远大于类型3;类型1和类型2的具体数量差异则主要取决于非可溶岩的岩性及出露的面积。

在源区的森林植被遭到较为严重的破坏情况下,上述峰丛洼地类型 1 和类型 2 均可出现如下土地退化和生态退化情况(尤其是类型 1):①洼地、谷地中本身十分肥沃的表土被掩埋,取而代之的往往是贫瘠的土壤或砂砾石层。这在上游物质来源区由非可溶岩组成的地带十分常见。尽管一般在初期首先流失下来掩埋在汇区土地上的来源于源区表层较肥沃的土壤,但后期进一步加积在汇区土地表层的却往往是来源于源区下层粒径较粗、有机质含量较低的物质。因此,最终取而代之的往往是贫瘠的土壤或砂砾石层,使洼地、谷地中本身十分肥沃的表土变成掩埋型的沙漠化或砾漠化的土地。在这类土地上,农作物的根系不再能从原本肥沃的土壤中吸取养分。其原因在于打破了汇区生态系统的物质输入输出平衡。②源区的滞水作用减弱,雨季来临时发生洪涝灾害。干季随之而来的便是旱灾。这同样是打破了汇区原本比较平衡的水分收支而带来的后果。输入过大,造成污染或生态停滞;而输入过小则造成资源耗竭及生态衰竭^[5]。③源区的土壤被侵蚀殆尽或减少到非常稳定后,物质在汇区(洼地、谷地等)的加积过程便告终止,但雨季源区单位时间内泄下的洪水及造成的洪峰非但没有减小,而是愈加增大。短时间的洪水在流经谷地和洼地时,地表坡面流和向溶蚀裂隙及岩溶管道等地下空间的水分运移不断加强,并同时将洼地、谷地中的细颗粒物带入地表河及地下溶蚀裂隙和地下河管道系统。

而类型 3 的洼地中则不会发生上述土地退化过程和结果。其原因主要在于这类峰丛洼地的源区没有类型 1 或 2 的源自非可溶岩夹层的风化碎屑及土壤等固体松散物。另外,由于降水向地下的大量渗漏和地形坡度往往较小,其地表坡面径流量及固体松散物的携带能力远远小于类型 1 或 2。类型 3 的峰丛坡体上的石漠化过程非常简单,只要植被遭到大量砍伐,应运而生的便是石山。其原因一是本身的土被覆盖率很低,平均只有 30% 左右;二是土壤是浮在可溶岩基岩上的,其岩土之间的亲合力和粘着力极差^[6],所以一旦植被遭严重破坏后,土壤极易流失。一般 1~2 年后即形成疏草石漠景观。

3.2 土地利用布局

正是由于地层岩性的差异和源汇区的物质输出输入量的差异,造成了不同类型的峰丛洼地的土地退化过程、速度和结果的重大差异。因此,在土地利用布局上,要着重考虑具体情况。

从大农业生产应用的角度来看,峰丛洼地的土地组成可拆分为 3 个部分:①洼地底部的平坡地和缓坡地;②山体中部及下部斜坡地,这一般包括了坡体的

2/3 坡长;③山体上部和顶部坡体,大约占坡体的 1/3 左右。从土地适宜性分析,其中第一部分一般适宜于耕种,只要稍加保护即可避免水土流失,但其旱涝灾害和土壤退化问题必须重视。第二部分土地的适宜性和利用方式则变化甚大,是应认真研究后进行利用的部位。第三部分从水土保持的角度来看,则无疑是必须种植林木的地段。但在实际应用中,还应视上述 3 类不同的峰丛洼地的具体情况而定。

例如,在类型 1 中,土壤主要集中在坡体上部及顶部的物质来源区和位处洼地的汇区内。大农业生产应主要集中在土壤丰富的坡体上部和洼地。作为源区,坡体上部和顶部的利用中,一是要必须注意控制自身的水土流失,以防本区的土地荒漠化;一是要使该区物质(固体松散物和水分)的输出对下游汇区的相对平衡,以防下游汇区的土地荒漠化和旱涝灾害发生。因此,在该类峰丛洼地的坡体上部及顶部的土地应主要用于林业生产,但在能够保持上述物质流相对平衡的前提下,也可以适当开垦耕种。由于坡体中下部土壤物质较少,而且土壤是浮在可溶岩基面上的,极易发生水土流失而形成石漠化土地,所以这些土地必须用于生态保护林。洼地则应进行粮食生产。

在类型 2 中,坡体上部土壤物质同样也很少,而且土壤也是浮在可溶岩基面上的,极易发生水土流失;另外,该区极大地影响着对汇区的水分出入,因此,这些土地应用于水源涵养林。坡体中下部土壤来源较丰富,其土地利用一要考虑该区物质(固体松散物和水分)的输出对下游汇区的相对平衡,以避免下游汇区的土地荒漠化和旱涝灾害发生;二要必须注意控制自身的水土流失,以防本区的土地荒漠化。在此前提下可对土地进行农林牧复合布局。同样,洼地应用于粮食生产。

由于类型 3 的坡体皆为土壤匮乏,且为极易发生水土流失的部位,因此应用于生态保护林地。在此基础上,洼地则可应用于粮食生产。

参考文献:

- [1] 陈朝辉等. 岩溶山区土壤形成机制与石山改造利用[J]. 中国岩溶, 1997, 4: 393—396.
- [2] 任镁锴等. 岩溶学概论[M]. 商务印书馆, 1983: 78—79.
- [3] 朱德浩. 对峰丛洼地形态和演化的几点认识——以广西几个地区为例[A]. 见: 喀斯特地貌与洞穴[C]. 科学出版社, 1985: 57—64.
- [4] 陈朝辉. 广东省石灰岩山区治理与开发研究[J]. 热带地理, 1992, 4: 309—314.
- [5] 钦佩等. 生态工程学[M]. 南京大学出版社, 1998.

- [6] 杨明德. 喀斯特流域地貌环境脆弱带初步探讨[A]. 见:地貌、环境、发展[C]. 中国科技出版社, 1995: 153—156.

DIFFERENCES OF LAND DEGRADATION IN PEAK CLUSTER-DEPRESSIONS COMPOSED OF DIFFERENT BEDROCKS

ZHOU You-you, SHI Jian, LIU De-shen

(*Institute of Karst Geology, CAGS, Guilin 541004, China*)

Abstract: Peak cluster-depressions in Southwest China are classified in accordance with the occurrence of inter-layered clastic insoluble rocks in carbonate rock formation. And then, characteristics and differences in soil and land types, vegetation conditions and slope topography as well as surface runoffs feature in peak cluster-depressions composed of different bedrocks are discussed. Correspondingly, processes and differences of land degradation in these peak cluster-depressions are analyzed on the basis of the above-mentioned studies. Furthermore, the patterns of reasonable land use in different micro-geomorphic sites are expounded.

Key words: Peak cluster-depressions composed of different bedrocks; Land degradation; Land use