

桂林盆地岩溶发育史的探讨

陈 治 平 刘 金 荣

(中国科学院地理研究所) (广西水文工程地质队)

桂林是我国著名的岩溶地区,其研究工作始于本世纪三十年代;解放后开展了大规模的勘探和研究。本文的目的就是在前人研究的基础上,总结地貌和地质工作的丰富资料,探讨桂林岩溶发育的历史。工作中得到地理所地图室清绘组的帮助,谨致谢意。

一、桂林盆地是一个断陷盆地

一般认为桂林盆地是侵蚀形成的,所以都要研究它的剥蚀面的级数和分布特点。但对其级数和时代的意见很不一致。大多数作者认为最高级剥蚀面形成于白垩纪末、第三纪初^[1,2]。陈述彭同志认为这一级剥蚀面的海拔为400—450米^[3]。李粹中、张寿越等同志将这高级剥蚀面的形成时期称为第一岩溶化时期,但他们认为这时期的剥蚀面在桂林附近位于海拔370米^[4,5]。另一种观点是根据桂林盆地中存在着白垩系,故认为这里的最高级剥蚀面是在白垩纪以前形成的。陈文俊同志认为桂林有八级剥蚀面,其中属中生代的有六级,依次为900—910米、700—720米、600米、500—510米、400—450米和300米¹⁾。

总之,对于桂林盆地最高级剥蚀面的高度和时代说法不一,其主要原因:一是这些剥蚀面几经剥蚀,缺乏能够测定绝对和相对年代的物质。二是桂林盆地是一个断陷盆地,断块窄而级数多。实际上若把周围的海洋山,大瑶山和驾桥岭等山顶(均在1,200米以上,最高可达1,700—1,900米)到盆地中的不同高度的断块都认为是不同时期形成的剥蚀面的话,则其级数远多于八级。

根据地质资料和卫星照片的分析,桂林盆地周围被一系列断层所包围。其主要构造线方向近于南北,所以盆地东、西边缘的断层多为近南北向。东北部受兴安地堑的影响,断层为北北东向,并一直伸展到盆地的中部。南、北边缘则主要受北东和北西向的断层所控制。

早在白垩纪时桂林盆地已有雏形。沿洛清江地堑及在桂林附近沉积了紫红色的白垩系地层。到白垩纪末,桂林附近的地貌呈准平原状态。进入第三纪,准平原遭破坏,盆地周围的山地逐渐升起,新的断块运动将盆地分化为山地和谷地,它们相间排列,一般宽度都小于10公里,有的仅在5公里以下。各地貌单元之间均以断层为界,每个地貌单元之内又被断层分隔为若干块。各峰林山地的高度从东向西降低,表示盆地东部峰林山地的上升量较西部为大。

漓江在冠岩以北发育在地堑之中,桂林附近为北北东向,穿山与大圩之间为北西向,

1) 陈文俊:桂林岩溶地质概况。

大圩至冠岩为南北向。冠岩以南的漓江流动于盆地内最高的峰林山地中。其主要原因除了上述地堑的引导之外, 还在于冠岩以南的活动断裂带为漓江的发育提供了十分有利的条件。从图 2 可以看到那里的山顶面在新构造运动下变为穹形, 漓江位于穹形的顶部, 其两岸的山顶剥蚀面并不向漓江倾斜, 而是背向河流。两岸剥蚀面沿河流方向的高度变化也完全相反。西岸向河流上游倾斜, 从 700 米降至 400 米。东岸则向河流下游倾斜, 北部为 750 米, 向南降至 500 米。反映两岸山地上升过程中的强度是不同的。上述倾向相反的剥蚀面的接触显示有一个破裂构造存在, 它成为漓江发育的构造条件。这里漓江沿西北、北东和南北向的断层曲折前进。根据这些特点至少可以认为随着古准平原的分化漓江已开始发育。在这一段峡谷中和桂林附近一样存在着四级阶地, 其中第一、二级阶地最为常

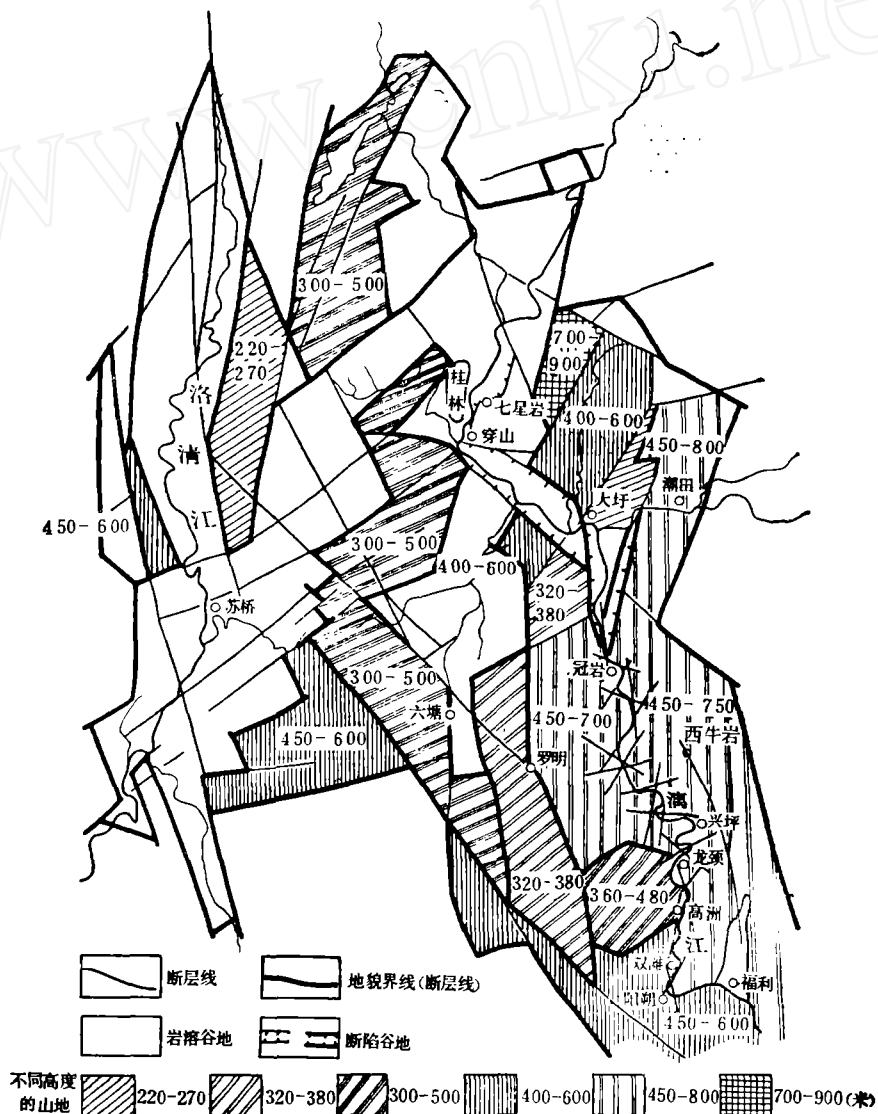


图 1 桂林盆地构造地貌图

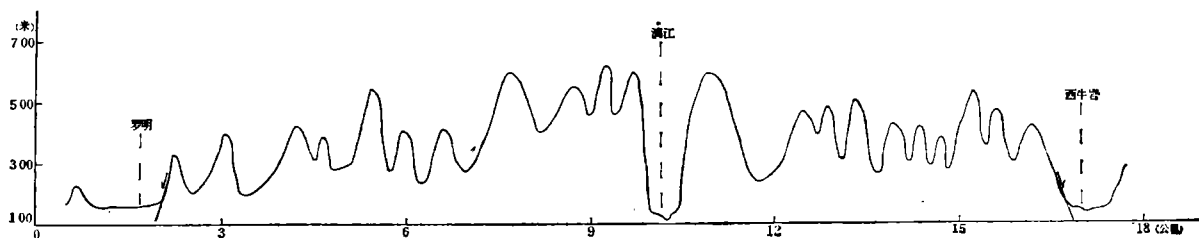


图2 罗明—西牛岩地形剖面图

见,第三、四级阶地零星分布,一、二级阶地保存较多,大多数情况下为侵蚀阶地,有的地方只有很薄的砾石层和土层,例如在龙颈、高洲和双滩一带。因此现在流经冠岩以南峰林山地中之漓江,并不是在第四纪某一时期从其它岩溶谷地中迁移而来的。

第四纪时期桂林盆地内的断块运动还在继续发展。在漓江以东的红外照片上,不仅可以看到漓江沿之发育的地堑边缘的断裂线,而且还可以看到七星岩—穿山以东地区的中、晚更新世地层遭受断层的切割,绝大多数断层为南北向,部分为北西西和北东向。那里小范围的地形起伏,也受断层的控制。

所以我们认为对剥蚀面要作具体分析,从桂林盆地的情况来说,我们认为不同高度的剥蚀面是由白垩纪末的准平原分化的。

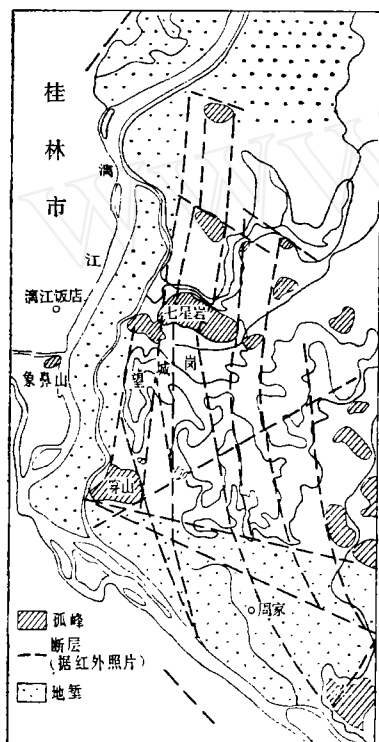


图3 桂林的第四纪断层(据红外摄影)

二、桂林盆地新生代发育的历史

喜马拉雅运动使桂林盆地进入了新的发展阶段,差异性升降运动造成了现代地貌的特点。在盆地内部未发现第三纪沉积物,说明当时桂林盆地仍然处于剥蚀状态。但当时已发育了峰林地貌,峰林地貌形成于湿热的热带气候条件下,据峰林地貌分布范围分析,第三纪时,热带的北界到达桂林以北。

桂林盆地中第三纪末与第四纪初的界线研究得很不够,也存在着不同的看法。例如李粹中同志认为250米高程的红色风化壳属之;陈述彭和陈文俊等同志则认为170米的阶地属第四纪初。

在广西岩溶地区一般认为普遍存在的、高出平原面或洼地底面90—150米左右的砖红色风化壳是第三纪末的产物。在桂林盆地中,它分布于230—250米左右,高出漓江水面约100米,它确切的年代仍待今后解决。

在第四纪时期漓江发育有四级阶地(图4)。第四级阶地为剥蚀阶地,桂林象鼻山顶

的砾石和桂林西部的红头岭山顶面属之,海拔 200—210 米。

第三级阶地海拔为 180 米,由红色粘土和砾石层组成,厚可达 30 米。陈述彭同志认为望城岗一带堆积的砾石层属漓江的古河道沉积。这个阶地现已被切割成为波状起伏的地貌。但有的地方为基座阶地,例如桂林西郊的五里圩附近。与这个阶地相适应的洞穴是桂林附近最大的洞穴,有著名的七星岩^[5]、芦笛岩,洞口高程为 175 米左右。在上述红色粘土和砾石层之下有一个剥蚀面,并发育了风化壳,海拔 142—148 米。表示在这些红色沉积物堆积之前,有一个很长的剥蚀时期。这一剥蚀面分布很广,桂林盆地中诸岩溶谷地的底部剥蚀面可能大多是在这个时期奠基的。

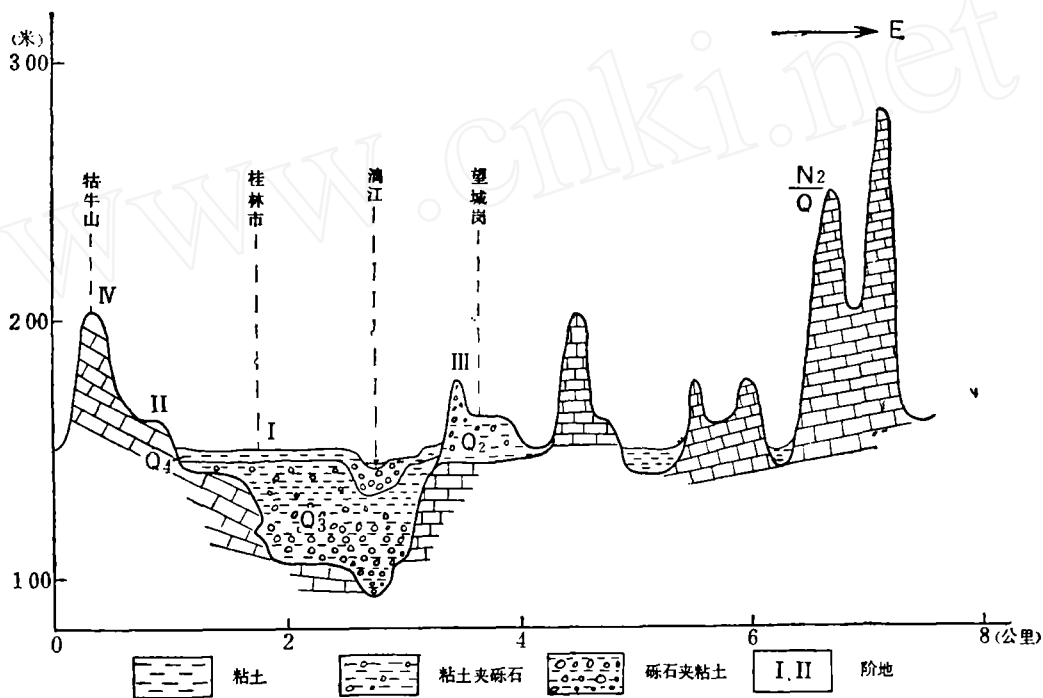


图 4 桂林漓江剖面图

第二级阶地的顶部高程约 160 米左右,断续地分布在漓江沿岸和甑皮岩附近,由淡红色粘土组成,其下伏基岩可能仍与 142—148 米剥蚀面的位置相当。

一级阶地高度在 148 米左右,高于漓江水面 7 米。它的时代有的认为属晚更新世,有的认为属全新世^[4]。它的分布有非常独特的特点,阶地宽阔而平坦,尤其在漓江支流和岩溶洼地中更为突出,坦荡的平原直抵两侧的山麓,这和地壳强烈上升地区形成的谷中谷现象截然不同。

据钻孔资料,组成一级阶地或平原面的疏松沉积物的厚度在周家附近(穿山以东)大于 27 米^[1],在漓江饭店一带为 47 米,底部海拔约 105—110 米。个别钻孔中冲积物厚度可达 58 米以上,直接覆盖在古生代基岩之上。这些冲积物质大致可以分为二层,下层棕黄或棕红色,底部为砾石夹粘土透镜体和粘土砾石层,向上粘土成分增多,过渡为沙质粘土

1) 根据桂林幅地质图说明书。

层,总厚度可达 40 余米。上层由灰色沙质粘土组成,厚 5 米左右。上述事实表明,漓江曾为一个深谷,其后有二次充填过程,堆积了上下二层沉积物质。

在漓江谷地的充填过程中,对地下水系的演变也有很大的影响。冠岩地下河即为一例(图 5),其中游的西塘洼地滞水成为岩溶湖,水面高程约 230 米,有几个地下河支流汇入。湖滨至少有一级阶地,高出湖面约 20 米,由湖沼相小砾石和粘土组成,在湖盆边缘,湖相沉积物之下有砾石层。

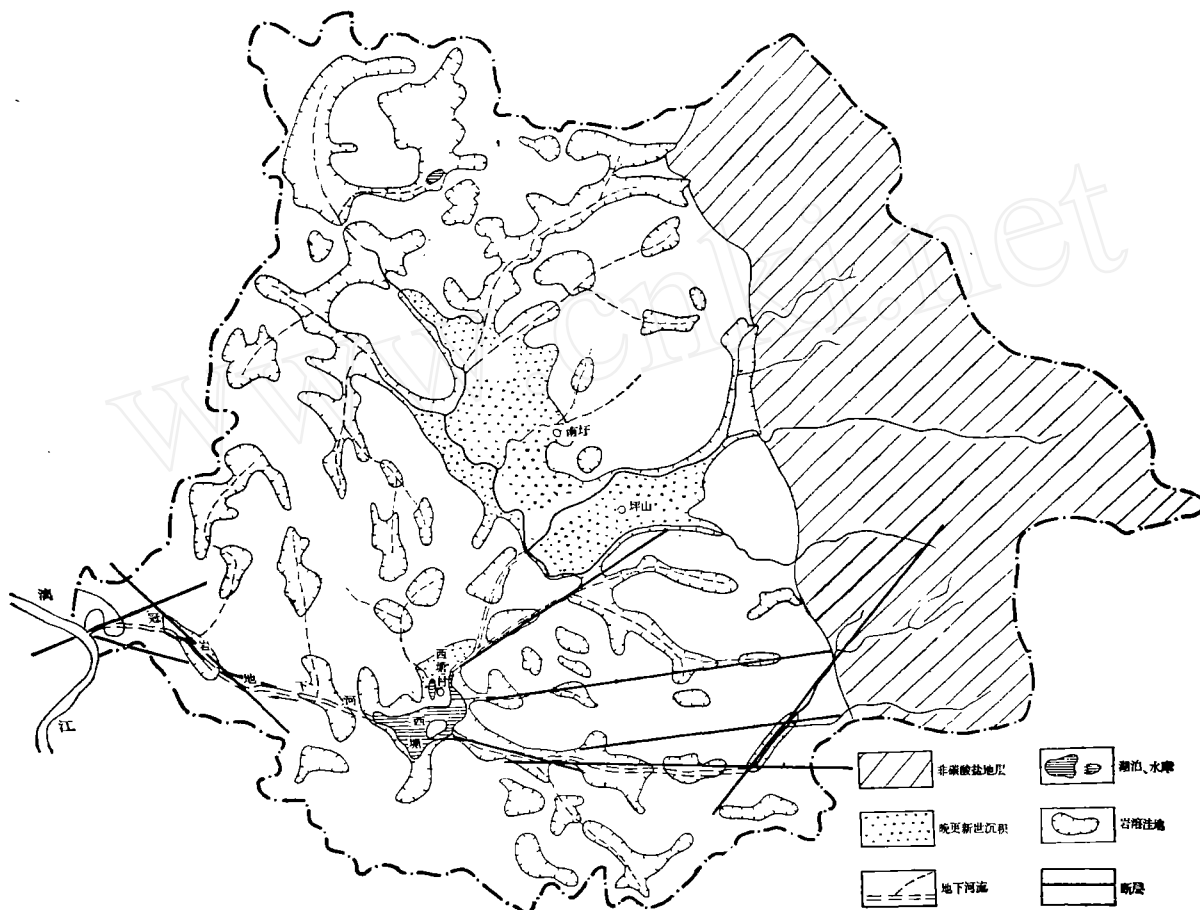


图 5 冠岩地下水系图

西塘湖上游的坪山洼地中沉积有厚达 40—50 米的棕黄色沉积物,主要为砾石层及沙质粘土夹砾石透镜体,有铁盘。它的顶部为沙质粘土层,地面高程为 270—300 米,为桂林盆地中最高堆积平原。在坪山以北,该沉积面已被侵蚀所破坏。

在西塘湖下游 2.5 里处,地下河出露,水面高程在 130 米以下,比西塘湖面低 100 米。它与西塘之间的岩性有显著差别,靠近西塘一侧为上泥盆系夹白云岩的灰岩。靠近地下河出露段一侧的岩层属中泥盆系东岗岭阶,为白云岩,灰岩和泥质灰岩。虽然这段地下河发育在同一个断层之中,但因岩性的差别,使地下河某些段的断面很窄,当漓江谷地充填过程中被堵塞,从而使西塘洼地滞水成湖,受湖面迴水的影响在西塘洼地上游的地下河

的某些地段也被堵塞,又使湖泊上游的洼地中(坪山)发生沉积物的堆积。由于坪山洼地堆积物的颜色与漓江谷地中含薄层泥炭的砾石、粘土层的颜色相同,故疑为同期沉积。

关于桂林漓江阶地的年龄,根据古脊椎动物化石及放射性碳的研究,有如下认识,在第二级阶地高程以下的洞穴里发现了一些古脊椎动物化石,据陈文俊同志资料。在一级阶地面以上8—13米的洞穴里有巴士大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca baconi* Woodward)、东方剑齿象(*Stegodon orientalis* Owen)、野猪(*Sus scrofa* Linnaeus)、豪猪(*Hystrix subcristata* Swinboe)、熊(*Ursus* sp.)、獾(*Tapirus* sp.)和犀(*Rhinoceros* sp.)等。在一级阶地面以上5—7米的洞穴化石除了东方剑齿象和犀之外,还有大熊猫(*Ailuropoda* sp.)、水鹿(*Rusa* sp.)、水牛(*Bubalus* sp.)、猕猴(*Macaca* sp.)和猩猩(*Pongo* sp.)等。实际上这二层都属于“大熊猫-剑齿象动物群”,过去曾认为属中更新世^[6],据黄万波同志最近研究结果,认为它们是晚更新世层位的标志^[7]。上述二层洞中缺乏代表中更新世的“过渡型大熊猫-剑齿象动物群”化石。因此第二级阶地面以下斜坡的年代应为晚更新世。

上述特点在广西东部具有代表性,李明声同志^[1,2]提出了组成第二级阶地(望高组)的代表性剖面,其分层如下:

⑤砂质粘土层:部分夹砾石,厚度小于2米。

④砾石粘土层:局部地区为砂质粘土或沙层,夹有植物遗体和古脊椎动物化石(化石与下层同),厚0.4—1.3米。

③泥炭层:厚0.3—1.3米。

②砾石层或砾石粘土层:局部夹沙质粘土或沙层,产“大熊猫-剑齿象动物群”化石,如东方剑齿象、中国犀(*Rhinoceros sinensis*)、水鹿、印度象(*Elephas* sp.)等。该层厚度随基岩起伏而变化,一般小于5米。

①基岩。

其时代显然也属晚更新世。

桂林第一级阶地下的泥炭层的年龄,陈文俊在中国地质学会第二届岩溶学术会议上发言中指出为37000年左右。说明充填漓江谷地的下层沉积层也属晚更新世沉积。在武鸣以西的祝寿村附近,相当于武鸣河的第一级阶地上,也有一个类似的剖面,其下部为腐殖质和泥炭,产印度象化石,化石层位的泥炭年龄为大于3万年^[9],可能与桂林一级阶地的泥炭为同期产物。

上述组成漓江的二级阶地和一级阶地的下层沉积物同属晚更新世。但从层位、地貌及年龄等方面分析,二级阶地应属晚更新世早期,而一级阶地的下层沉积物属晚更新世晚期。

一级阶地的上层沉积物的颜色与下层区别很大,且与现代河漫滩等沉积物的颜色相同,故认为属全新世。

1) 李明声: 广西第四纪泥炭的某些特征。

2) 李明声: 广西第四系的划分和对比。

三、桂林盆地地貌发育的因素

第四纪时期漓江形成了四级阶地,如果用构造运动的观点去解释,说明地壳间歇地上升。但还存在着另外一些因素,以晚更新世以来的演变过程为例,第二级阶地由淡红色粘土组成,显示一个堆积期,接着形成了漓江深谷,为侵蚀期,在深谷中堆积了上下二层沉积,为二个堆积期,其间可能存在着一个侵蚀期,现代河流又在下切。这样一共有三个堆积期和三个侵蚀期。能否可以简单地认为,堆积期表示地壳下降,而侵蚀期地壳是上升的呢?从沉积物的年龄及其化学、物理特性的研究,显然是不能单纯用地壳升降的观点所能说明的,气候的演变无疑也是一个十分重要的因素。第四纪时期,气候变化最显著的特点是冰期和间冰期的交替。我们仍以组成第一级阶地的二层沉积物分析着手,下层中夹有一米左右的泥炭,其年龄为 3,7000 年左右,恰恰处于玉木冰期内的亚间冰期中,一般认为这个亚间冰期处于距今 4.4—2.8 万年之间¹⁾。

一级阶地的上层沉积物属全新世,鉴于后来河流下切了 7 米,因此推论上述沉积物属全新世早期。这也和全新世早期是一个高海面时期的结论相吻合。此外还可以甌皮岩遗址的变化作为佐证。

桂林南郊甌皮岩新石器时代遗址的变化说明桂林漓江在冰后期水位一度上升。遗址的洞口高程为 160 米左右,据骨头及具壳的 C¹⁴ 分析,年龄为距今 7,500—10,000 年²⁾。考古结果认为甌皮岩原为古人类居住的场所,后来改为墓地。在墓地上盖有 10 多厘米的钙华板,局部厚达 40 余厘米。在洞穴人类居住的时代,恰是冰后期海面强烈上升的时期,当漓江水位尚未达到最高时,甌皮岩尚可供古人类居住,但当漓江水位不断上升,虽没有到达洞口,但洞穴内空气湿度便迅速增加,逐渐失去了人类居住的条件,以致后来变为纯墓葬的场所。覆盖于洞内地表的钙华板则主要是湿度很高时的产物。

上述现象可以说明,这灰色的全新世沉积,主要是距今 6,000 年前的高水位时期所形成的。

桂林第四系中孢粉分析研究的工作较少,但与桂林泥炭层同期的祝寿村剖面中,经孢粉分析泥炭层中木本占 56%,草本占 6.6%,说明当时森林茂盛。木本有罗汉松、铁杉、胡桃、鹅耳枥等。林下有喜热的水龙骨、凤尾蕨、海金沙、桫罗等。其中很多是热带植物,反映当时的气候比现在更为湿热³⁾。

坪山洼地沉积物中的铁盘也表示当时的气候比现在更为炎热。据此可以认为上述沉积物是气候炎热的亚间冰期所形成。

通过上面的分析,可以这样认为,间冰期时海面上升,在纬度较低的广西一带是一个雨量充沛的时期,海面上升,使河流中下游的比降减小,河床淤积,故是一个沉积期。而在冰期海面下降,河流发生侵蚀,是一个侵蚀期。海面的升降,不仅影响到海滨地区,它还影响着河流纵剖面的变化,所以海面升降使河流中下游在一定的比降范围内发生同步的变化。

1) 赵松龄、黄庆福,近十万年以来的海面变化。海洋科学,第一期,1978 年。

2) 桂林市文化馆介绍。

3) 据林钧枢、王燕如资料。

前面已经讨论过桂林二级阶地及一级阶地的下层沉积物都属晚更新世, 根据沉积物形成于间冰期的观点, 一级阶地的下层沉积物形成于玉木冰期中的亚间冰期, 二级阶地的沉积物形成于里斯-玉木间冰期。按这个思路可以进一步推测, 漓江第三级阶地上的沉积物形成于民德-里斯间冰期, 被它覆盖的海拔 142—148 米的剥蚀面有可能形成于民德冰期, 这样我们试将桂林盆地第四纪演变的过程列表于下。

桂林漓江第四纪发育史简表

时代	河流动态	活动高度 (米)	沉积物及地貌特征	绝对年龄	环境
全新世	下切	142			冰后期下切
	堆积	147—150	一级阶地, 灰色亚粘土厚 3—5 米	7000 —10,000	冰后期
晚更新世	下切	不详			玉木 II 期
	堆积	145	埋藏谷中夹有泥炭的砾石; 粘土、棕色	37,600	亚间冰期
	下切	110 米以下	形成深切谷地		玉木 I 期
	堆积	160	第二级阶地、淡红色粘土		里斯-玉木间冰期
中更新世	下切	142—148			里斯冰期?
	堆积	180	第三级阶地、红色粘土、砾石		民德尔-里斯间冰期?
	下切	142—148	142—148 米剥蚀面上发育风化壳		民德尔冰期
早更新世	稳定或堆积	210	第四级阶地		
	下切	210			
第三纪末		250	剥蚀面砖红色风化壳		

综上所述, 构造运动和气候变化在桂林盆地地貌上都打下了深刻的烙印。整个第四纪时期里, 桂林盆地主要处于上升的环境里, 河流下切了 180 米左右。但也不是均匀的, 以早、中更新世的上升强度为大。事实上, 在民德冰期时, 已经下切到目前的河水面附近, 广泛地形成了 142—148 米的剥蚀面, 并发育了风化壳, 形成目前桂林盆地地貌的特点。在这 142—148 米剥蚀面形成之后, 虽然在其上堆积了第三和第二级阶地的沉积物质, 以后漓江又曾下切于这个剥蚀面之下。即水面变动于这个剥蚀面上下 30—40 米之间, 这个剥蚀面的位置与现在漓江的侵蚀基准面基本一致, 所以从平均状态而言, 从民德冰期到现在, 桂林盆地的上升量为零。这个说法并不排除某一时期曾发生上升和下降的过程, 例如漓江谷地中沉积物的厚度达 40 多米, 较邻区的厚度为大, 同时冰后期的灰色沉积物超复在淡红色的亚间冰期沉积物之上, 这些现象显示桂林盆地曾有轻微下降的特点。民德冰期以来, 桂林盆地的侵蚀基准处于 142—148 米的剥蚀面附近, 这是桂林盆地中存在着峰林和峰林平原的原因。基准在长期稳定的条件下, 边缘溶蚀作用是形成孤峰平原和塔状峰林的重要条件。当然这并不是说整个盆地都是如此, 前面说过, 盆地内还存在着差异性断块的升降, 在处于轻微上升的断块山地中, 存在着峰丛-洼地的地貌。但总的来说差异运动量不大, 所以仍保持着长期稳定地区的地貌特征。

结 论

经过上述分析,可粗略地得出以下几点结论:

1. 桂林盆地是一个断陷盆地,盆地内部的断块运动将白垩纪末,第三纪初的准平原分解成为高度不同的山地和谷地。所以盆地周围及各地貌单元之间的界线都受断层控制,以每个断块的宽度小及峰顶级数多为其特点。

2. 第三纪潮湿炎热的气候条件发育了峰林地貌。第四纪时期的构造运动很显著,以早、中更新世最为显著,使河流下切的深度达 108 米。但晚更新世以来构造运动的幅度很小,侵蚀基准基本上变动于中更新世 142—148 米的剥蚀面附近,因此桂林盆地的地貌保持着中更新世时的基本面貌。这是峰林-平原地貌形成的构造因素。

3. 桂林地貌形成过程中气候的影响也很明显,主要是第四纪冰期和间冰期的交替导致河流基准面发生变化。冰期时河流下切,间冰期时水面上升,发生堆积。各级阶地上的沉积物质是间冰期的产物。

参 考 文 献

- [1] 杨钟健,广西几种地形概述,地理学报,2(1),1935。
- [2] 高振西,喀斯特地形论。地质论评,1(4),1936。
- [3] 陈述彭,桂林七星岩洞穴地貌图。地理学资料 科学出版社,1957 年,第 1 期。
- [4] 李粹中、张寿越等,广西喀斯特发育的基本规律,全国喀斯特研究会议论文集,科学出版社,1962。
- [5] 肖栢森,桂林、柳州等处喀斯特发育的规律问题。水文地质工程地质,第 11 期,1957。
- [6] 黄万波,广西喀斯特洞穴的初步认识。全国喀斯特研究会议论文集,科学出版社,1962。
- [7] 黄万波,华南洞穴动物群的性质和时代。古脊椎动物与古人类,17(4),1979。
- [8] 李粹中,桂林近郊的喀斯特,中国科学院地质研究所,水文地质工程地质论文集,科学出版社,1961 年,第一辑。
- [9] 中国社会科学院考古研究所实验室,放射性碳素测定年代报告(五)。考古,1978 年,第四期。

THE DISCUSSION OF THE EVOLUTION HISTORY FOR GUILIN BASIN

Chen Zhiping

(Institute of Geography, Academia Sinica)

Liu Jinrong

(Hydrogeological Engineering Team in Guangxi)

Abstract

This paper depicts the characteristics of structural geomorphology for Guilin Basin, and suggests that this basin was down faulted in Cainozoic time from a peneplain formed during Late Cretaceous and Early Tertiary.

The Early and Middle Pleistocene tectonic movement exerted remarkable influence on landforms, causing the river to cut down 150 m. Since late Pleistocene, however, the tectonic movement has been insignificant, so that the local base level has not fluctuated far from 142—148 m, which is the height of a denudation surface formed during Middle Pleistocene. That's why the Guilin Basin still keeps the major feature of the Middle Pleistocene.

The evolution of morphology of the Guilin Basin is also influenced by climatic changes. The alternation of glacial and interglacial periods caused the uplift and subsidence of sea level of the world, thus producing great impact on morphologic evolution both in the vicinity of the coast and on middle and lower reaches of big rivers. After studying the characteristics of river terrace sediments of Lijiang, we think that this river was aggraded during interglacial period, while eroded during glacial period.