

盘县十里坪喀斯特地貌的形态结构与洞穴形成过程

熊康宁 秦启万

(贵州师范大学地理系, 贵阳 550001)

张汉刚 刘 军

(贵州省六盘水市文管所, 六盘水 553001)

摘 要

大洞所在的十里坪地区的喀斯特地貌在形态结构上属湿热带喀斯特。新第三纪是本区碳酸盐岩体一次强烈的喀斯特化和洞穴化时期。第四纪以来新构造运动强烈的间歇性抬升, 喀斯特垂直方向发育, 外源水补给区流水喀斯特的解体成为峰丛洼地(谷地)形成的基本动力, 外源水的垂直方向渗透和侧向运移为洞穴初始形成并呈层状分布提供基本条件。干湿冷暖交替的气候变迁使这些峰丛洼地、谷地表现出许多残余特征和相应的洞内沉积类型, 但无损于仍然将它们作为热带锥状喀斯特看待。

关键词 喀斯特, 形态结构, 洞穴成因

引 言

盘县大洞所在的十里坪地区位于贵州省盘县东南部, 距县城约50km, 地处北盘江水系乌都河与南盘江水系马别河上游的高原分水岭区(图1)。海拔1640—2000m, 年均气温15.2℃, 年均降水1750mm。由于具有面积广大, 分布连续的石炭系和二叠系灰岩、白云质灰岩和燧石灰岩, 复杂的地质构造和有利的湿热带古环境, 发育了一套由基座相连的峰丛及其与负地形洼地、谷地、坡立谷组合而成的典型峰丛洼地(谷地)喀斯特类型。峰丛山体中节理裂隙发育, 洞穴广布。坡面上岩石裸露, 土层植被稀少。洼地底残-坡积物覆盖薄, 谷底冲积-洪积层较厚。

1 新构造运动的地貌-洞穴效应

贵州新构造运动的总体特征主要表现为: 在新第三纪至第四纪早期以自东向西大面积大幅度的间歇性掀斜隆升为主, 其中上新世末期和早更新世末期等为强烈隆升阶段。早更

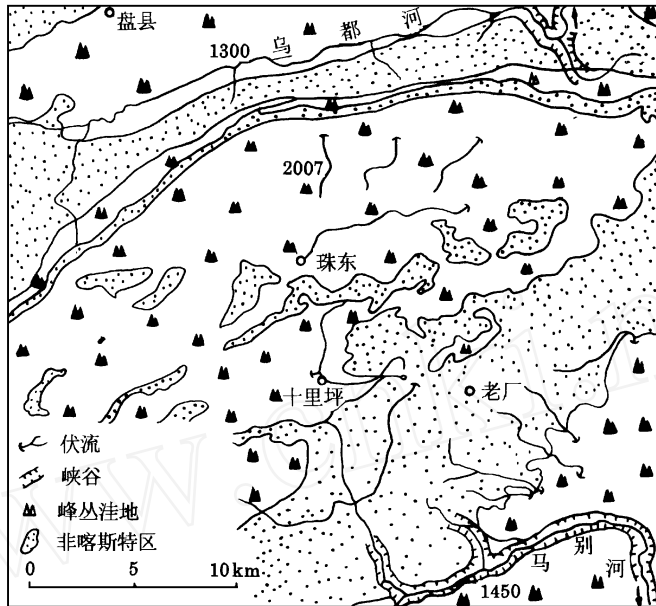


图 1 研究区位置及喀斯特

Location and karst of the study area

新世末的掀斜隆升运动在地史上具有重要的转折意义，奠定了贵州现代地貌的基本轮廓和水系格局，高原面开始受到主河流的切割。中更新世以来，新构造运动仍以大面积大幅度的间歇性掀斜隆升为主，但伴随着明显的新构造沿老构造复活，产生愈来愈频繁的断块差异升降，从而在整体隆升的基础上，也有一些地区处于断块抬升或断陷下沉之中。在这样一种构造背景下，新构造运动以其特殊的方式深刻影响着本区喀斯特的发育方向，并通过喀斯特系统中能量流和物质流的改变和再分配而表现出来，加速或延缓喀斯特作用过程，使原来的地貌受到改造，产生一套更适应现代地貌环境的新的喀斯特地貌（熊康宁，1996）。新构造强烈抬升，主河快速下切，喀斯特地表地下水为了适应下降的基面和增大的渗流带厚度，大量通过侵蚀和溶蚀作用进行垂直方向下切。在这种能量（势能）剧增的新环境下，喀斯特发育在逆向上升过程中通过反向演化序列向洼地化和深长大洞方向发展，上一阶段的任何锥状喀斯特类型都有可能重新演化为峰丛洼地，并经历了一个动态平衡过程。而间歇性的振荡运动使喀斯特垂直方向发育与横向发育相互剧烈转化，导致了多次的排泄基面变化和频繁的溯源侵蚀，影响范围逐渐向中上游和峡谷两侧扩展，从而产生多期的地貌和洞穴呈层状分布的规律。河流纵剖面多呈凸型的反均衡剖面，中上游比降小，下游比降剧增，其间常为裂点所在。地貌结构由分水岭到河谷呈峰林洼地—峰丛坡立谷—峰丛洼地—峰丛峡谷更替的峰丛喀斯特系列。

盘县十里坪地区为典型的峰丛谷地（坡立谷），发育于大洞山背斜外围的下二叠栖霞组和茅口组灰岩上，上覆为上二叠砂页岩、硅质灰岩、玄武岩地层。根据 Strahler (1958) 的河道分级方案，对这些季节性充水的沟谷进行统计结果指出，该谷系完全满足 Horton 第一、第二、第三定律，即为一常态的水系结构。这些谷底已有村寨分布和村民居住，在交

又部位断续分布着一些浅洼地, 迭置发育的落水洞和竖井最深可达百余米才见地下水位, 相邻浅洼地间仅以低矮的背梁相隔, 表明谷内全年无流水。谷地两侧锥状峰丛林立, 垭口高悬, 时可见开口于峰侧或崩塌于峰顶的洞穴。主要成分为砂岩、玄武岩的河流砾石从有些峰顶附近 (高于附近谷地约数十米) 一直散布到谷底, 尽管未发现稳定的原始砾石层来证明现在的峰丛谷地是一种继承性的喀斯特形态类型。因此, 关于地表河网解体, 流水喀斯特转变为锥状喀斯特 (尤其是峰丛洼地、谷地) 的模式 (Sweeting, 1992; 熊康宁, 1994) 可通过下列过程形成: 在河流深切、地形起伏大, 地面坡度陡的十里坪地区, 加之丰沛的季风降水, 原继承上覆非碳酸盐岩地面的外源水系当切入碳酸盐岩体时, 因水量大、流速快、碳酸盐岩含量低, 对地表进行着强烈的侵蚀溶蚀, 不致于马上全部转入地下, 而成为迭置发育的河网。随着下伏碳酸盐岩的逐渐剥露, 与水接触机会和时间的增多, 喀斯特作用得以大大加强, 那些大型节理和断裂因溶蚀加宽成为地表水的汇聚中心 (图 2), 谷底沿河床底部形成注入式外给锥 (point-recharge cone) (Williams, 1985), 河床上的潜伏点相

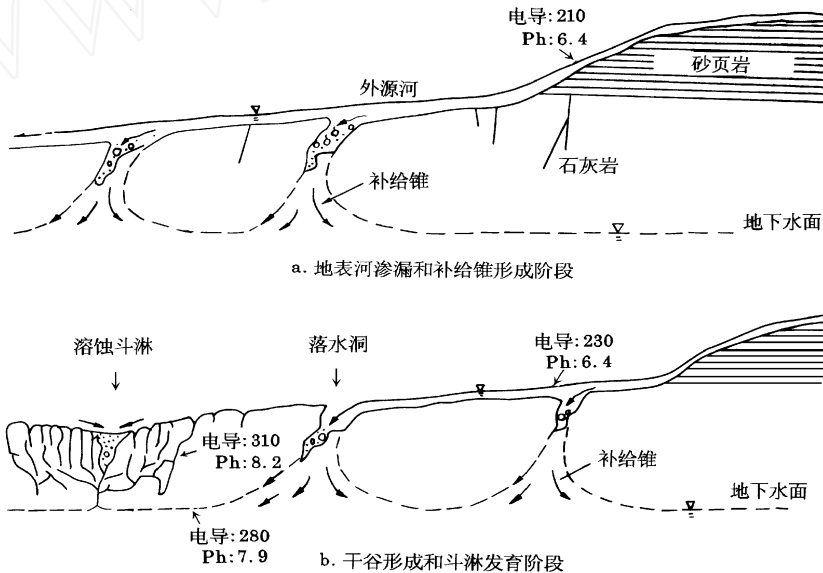


图 2 十里坪地区外源水补给区的流水喀斯特解体过程

Disappearance of fluvial karst in the Shiliping allogenic recharge area

应形成落水洞式的侵蚀斗淋, 接纳更多的河水, 部分河段遗留为干谷或盲谷。当地表河全部消失后, 干谷系成为化石河网, 谷底含水层中的补给锥将被下流沉降漏斗 (draw-down cone) 取代, 斗淋通过自身的正向反馈过程从规模上演化为洼地, 河间地因冲刷切割成峰丛, 最后整个地面完全演化为地表水系的峰丛洼地, 而地下则形成一套具有地下河水系特征的洞穴系统。

2 喀斯特地貌-洞穴的气候成因过程

白垩纪末期的燕山运动,如同贵州广大地区一样,奠定了本区构造-地貌的基本格局。盘县十里坪地区的喀斯特地貌与洞穴发育,除了需要质纯层厚的岩性和复杂的地质构造基础外,还要求一个有利的水热条件,这与新生代以来区域构造运动密切相关的气候变迁密切联系,即是一个在区域大地构造及新构造运动控制下的气候地貌演化过程。综观贵州及云南东部的第三纪沉积(表1),发现贵州和云南两地第三纪时期的地壳构造运动,对气候变迁、水文网变化和喀斯特发育有着极其重要的影响。

表1 贵州云南第三系对比表

Tertiary Sequence in Guizhou and Yunnan

时 代	黔 东	沉积相	威 宁	沉积相	盘 县	沉积相	滇 东	沉积相
上新世			高坎子组	河湖相			河头组	河湖相
中新世	翁	湖沼相					小龙潭组	河湖相
晚渐新世	哨						小龙潭组	河湖相
早渐新世	组	洪积-河流相			上坝组	河流相	蔡家冲组	河湖相
中晚始新世					彭家屯组	山麓洪积相	格浪河组	河湖相
早始新世前								

古新世—早始新世,随着喜马拉雅山脉出露海面,古特提斯海消失。印度板块沿喜马拉雅山南坡向北俯冲,云贵高原受到波及,地壳隆起,北侵的海洋气团逐渐被欧亚大陆上的东北信风取代,使该区处于副热带高压的控制下,形成一种干热的稀树草原景观。强烈的物理风化和暴流作用使本区地面剥蚀严重,故未发现古新世—早始新世沉积。中晚始新世至早渐新世,贵州西部沿赫章垭都——紫云县这条大断裂带一线以东,地面仍处于上升侵蚀期,而以西则处于相对下降,盘县一带形成很多小型断陷盆地,沉积了洪积和河流沉积,云南成为河湖相沉积。如盘县的石脑盆地的彭家屯组为洪积,上坝组渐变为河流沉积,产雷兽,脊齿獐鹿,黔马及植物化石,气候属干热气候。彭家屯组底部均不整合于三叠系和上二叠纪煤系地层上,未见切穿下二叠纪和中上石炭纪,可见这一时期的侵蚀未达下二叠纪,喀斯特作用对不整合面以下的下二叠纪及中上石炭纪影响较小。在附近一些断陷的古喀斯特山间盆地中,如水塘、淹伍寨和普安城南等地,堆积了钙质胶结的砖红色陆源洪积相砂、砾屑层,有的还含石膏夹层和代表干热草原生境的动植物化石。中晚渐新世—上新世,地壳处于相对静止时期,地面被夷平,地势平缓。小型湖沼较多。主要沉积了湖沼相的沉积物,如贵州东部翁哨组,西部的高坎子组,滇东分布很广的小龙潭组、河头组。这时,青藏高原平均海拔高度在1000米左右,唐古拉山以南及云贵地区仍属热带、亚热带气候,热带森林中生长着许多猩猩、长臂猿、森林古猿、腊玛古猿。随着欧亚板块的北移,北回归线横贯贵州中部(林钧枢等,1982)。同时喜马拉雅山脉的进一步隆升削弱了行星风系,副热带高压带逐渐被热带季风取代,炎热多雨的气候环境促进了本区活跃的流水侵蚀和化

学风化, 即上覆玄武岩、砂页岩和煤系地层的剥蚀以及下伏石灰岩和白云质灰岩的出露, 成为新生代以来最强烈的一次喀斯特化时期。喀斯特作用以地面横向侵蚀为主, 发育了典型的湿热带峰林地貌和至今仍残留的红壤型古风化壳, 构成现今高原分水岭的主体地貌景观。早更新世, 贵州地壳普遍隆升, 而滇东则有许多大型湖盆, 贵州成了侵蚀物质供应区, 滇东则是接受沉积区。元谋盆地早更新世沉积厚达 695.4m, 产元谋人化石及云南马、中国犀、元谋剑齿象等化石。可见气候上继承了中上新世的热带亚热带湿润气候, 由于青藏高原已升至海拔 3000m 以上, 阻挡了印度洋暖流北上, 西伯利亚冷气团势力加强, 中国东部出现季风气候。这一时期是高原急剧上升, 侵蚀作用最剧烈的时期, 喀斯特作用向深部发展, 年青的峰丛、峰林形成, 尤以贵州为甚。贵州至今未发现早更新世沉积, 也未见早更新世的洞穴, 恐怕与早更新世的地壳强烈快速上升有很大关系。中更新世以后, 欧亚板块的继续北移使贵州的地理位置完全由热带演变为亚热带, 并且随着新构造运动大规模、大幅度自东向西的掀斜式间歇性强烈抬升, 形成了自西向东逐级降低的阶梯状斜坡地形, 从而导致了干湿分明, 冷暖交替的亚热带高原型季风气候及其与本区相应的气候地貌和水文地貌过程。

因此, 十里坪地区的峰丛洼地, 在喀斯特地貌的气候成因分类上均属热带湿润条件下的锥状喀斯特范畴, 尽管现代的亚热带高原型季风气候并不具备它们发育的温度和降水临界值。其中温度的升高并不能补偿降水的不足, 降水的增大同样不能补偿温度的不足 (Jakucs, 1977), 但这只能从古环境上去寻找原因。根据现代地貌绝大部分形成于新生代后期大约 2500 万年以来的观点, 再结合这个时代前后的岩相古地理分析 (杨明德, 1985; 贵州地矿局, 1986) 判断, 这些峰丛地貌应形成于新第三纪湿热气候环境。但第四纪以来的冷暖、干湿交替的气候必定要对它们进行改造而表现出残余特征来。例如在热带条件下的星状洼地内又迭置发育了现代条件的圆洼地; 有的锥峰脚常发育有机械风化产生的岩屑坡积裙; 盆地或谷地边缘往往分布有成串洪积锥; 锥峰的高度和坡度都不大等等。然而, 从某种程度上来讲, 现代的气候条件对过去的地貌特征仅产生较小的影响 (Ollier, 1981), 不损于仍然把它们作为热带喀斯特来看待。我们相信低纬度的第四纪气候变化仅明显改变了地貌过程的相对强度, 而没有改变其类型 (Bloom, 1978) 的观点。

参 考 文 献

林钧枢, 张跃光, 王燕如等. 1982. 广西武鸣盆地岩溶发育的古地理因素分析. 地理学报, 37 (2): 123—135.

杨明德. 1985. 贵州高原喀斯特地貌结构及演化规律. 喀斯特地貌与洞穴. 北京: 科学出版社.

贵州地矿局. 1986. 贵州区域地质志. 北京: 地质出版社.

熊康宁. 1994. 关于锥状喀斯特与塔状喀斯特的水动力成因过程. 中国岩溶, (3).

熊康宁. 1996. 贵州锥状喀斯特发育对新构造运动的响应. 贵州地质, (2).

Bloom A L. 1978. Geomorphology. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Danes J V. 1908. Geomorphologische studien in karstgebiete Jamaikas. Internat Geog Cong, (2).

Jakucs L. 1977. Morphogenetics of Karst Regions. Bristol: Adam Hilger.

Ollier C. 1981. Tectonics and landforms. In: Clayton KM ed. Geomorphology. London and New York.

Strahler A N. 1958. Dimensional analysis applied to fluvially eroded landforms. Geol Soc Am Bull 69: 270—300.

Sweeting M M. 1992. Tectonics and fluvial denudation in the formation of cone Karst. Tubinger Geographische Studien,

MORPHOMETRY AND SPELEOGENESIS OF SHILIPING AREA, PANXIAN COUNTY

Xiong Kangning Qin Qiwang

(Department of Geography, Guizhou Normal University, Guiyang 550001)

Zhang Hangang Liu Jun

(Cultural Relic Management Committee of Guizhou Province City, Guizhou Province 553001)

Abstract

The Shiliping area where Panxian Dadong cave site is located at is situated in southeastern Panxian County of Guizhou Province. This area is on the dividing crest between the Wuduhe River of the Beipanjiang drainage and the Ma biehe River of the Nanpanjiang drainage. The karst landscapes, in terms of morphometry, belong to the humid tropical karst. They are characterised by a combination of clustered cones and depressions, valleys and poljes, a typical karst of peak-cluster depression in China. The cones are found to be almost constant in slope angle (41° — 44°) and generally symmetrical in plan. The Late Tertiary was a very karstic and cavernous period in the carbonate rocks of this area. The later tectonics are significant. With the great uplift of the neotectonics accompanied by the active incision of major rivers, the karstification by erosion and corrosion proceeded vertically rather than horizontally as the surface and ground water in this area try to follow a lowering of the base-level and a thickening of the vadose zone. Under conditions of this increasing available relief and hence potential energy driving groundwater circulation, it is possible for any types of karst landforms at any stages to evolve toward peak-cluster depression karst in an abnormal sequence and to exist in a steady state of developments. With the intermittent uplift accompanied by the frequent changes of base-level, alternating karstification in both vertical and lateral ways resulted in many times of headwater erosion and subsequent surface-levelled landforms and caves. The effects then spread from the lower reaches of trunk river to the upper reaches and from the major gorges to the plateau interfluvies. In this uplifted and mountainous area, when the overlying classic rocks were stripped, the major rivers would at first cut across the limestone surface. Eventually, large faults or fissures will become foci for infiltration of water and a part or all of the stream will disappear underground. This break-up of the fluvial system will be accelerated by the neotectonic uplift, which will lower the water table, empty the caverns and allow more

water well seep into the rock. The infiltration points then will develop into a series of dolines and hence enclosed depressions. As a result, the disappearance of fluvial karst in allogenic area is a major hydrodynamic factor in the formation of peak-cluster depression (valley). The vertical infiltration and lateral movement of the allogenic water are basically sure of cave formation and passage-leveled features. The alternations of dry-wet and cool-warm climates in Quaternary may have played an important part in the relic features of peak-cluster depressions, valleys, and in the related speleothem types in caves. However, the landscape is still a sort of the tropical karst.

Key words Karst, Morphometry, Speleogenesis

* * * * *

编 后 记

盘县大洞遗址发现于 1991 年。在国家文物局和贵州省各级政府部门的大力支持下,由中央研究机构、高等学校和地方文物部门组成的多学科综合考察队经过几年努力,已经取得了很好的成绩。本刊这期发表的 8 篇报告,就是他们对 1991—1993 年工作的阶段性总结。读者可以通过这些报告了解这个遗址的概况和工作进展,还可以就报告里提出的某些感兴趣的问题开展讨论。

盘县大洞虽然是一个发现不久的和刚刚开始工作的旧石器时代洞穴遗址,但是它的巨大规模(洞厅面积达 9900m^2)、比较完好的堆积层(洞口处出露 19.5m)和堆积物含有的非常丰富的人类遗物、遗迹和共生的动物化石,已经显示了它在东亚南部人类进化和环境演化研究中的巨大潜力。盘县大洞的发现已引起国内外有关方面的关注。它曾被评为 1993 年中国十大考古新发现之一。最近又被列入国务院批准的第四批全国重点文物保护单位名单。目前,盘县大洞的发掘和研究正在继续展开。我们期待,也相信会有更多的研究成果从这个遗址不断传出。