

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

中国南部石灰岩地貌类型若干問題*

曾 昭 璇

一、前 言

在北魏酈道元《水經注》中及宋人周去非的筆記中对石灰岩地形,如石山、岩洞、地下河等已有所研究。地下劫夺也有記錄¹⁾。明代徐霞客对石灰岩地形有較深入的研究,他把漏斗称为“罈井”,圓洼地称为“盘洼”,深陷的圓洼地称为“环洼”,入水洞称为“龙潭”,喀斯特湖称为“天塘”,自然桥称为“天生桥”,峯林地形称为“石山”,并对岩洞、暗河、出水洞等地形作了詳細記述¹⁷⁾。他还把中国西南部石灰岩地形分为三大类: 1)“粵西之山”特点是“有純石者、有間石者,各自分行独挺,不相混杂”; 2)“滇南之山”特点是“土峯繚繞,間有綴石,亦十不一二,故环洼为多”; 3)“黔南之山”特点是“界于二者之間,独以高聳見夸”。并指出这三个区划水文特点也不同: 滇南“多壅流成海,而流多渾浊”;“粵山惟石,故多穿穴之流,而水悉澄清”; 黔南“交界于二者之間”。

解放后,由于生产上的需要,必須对喀斯特地形类型进一步进行研究。但是中国的喀斯特地形和外国不同,因此,多数学者^{11,2)}提出建立起中国的石灰岩地形学理論来解决生产上的具体問題。本文即是在这方面的試作。

二、石芽、石沟形态类型的形成

石芽是指石灰岩体溶蝕成的崎岖地形。石芽之間形成石沟。石芽和石沟大片存在时称为“石芽地”或“石头地”。前者尖銳突起、后者如一般露岩。它的生成方式有两种: 散流冲刷和地下水作用。(图 1)

裸露石芽的形成和雨水中 CO_2 的含量有关。热带雨量大、温度高,溶解作用快,且雨水中 CO_2 、 HNO_3 含量也較大²⁾,所以石芽特別发育。在純質灰岩上,石沟成槽状,石芽呈尖脊状,杂质被溶去成小孔,平坦岩面上有浅盆发育,直径可达 2—3 米,深达 0.5 米。石芽尖脊可呈小型角峯状,石沟可以形成一个分枝状的排水沟系。

本类石芽发育多在灰岩表面紅土层冲刷移去后开始,故以石山表面为最发达。石山頂部成为尖砾块堆积地和尖刀状石芽地,这和里曼(H. Lehmann)¹¹⁾ 认为热带圓錐喀斯特峯頂变渾圓的观点不同。

埋藏石芽是热带石灰岩区风化壳特征之一。风化沿节理深入,在肩膊地古老坡积层下和台地面下都可見到埋藏石芽存在。目前石芽表面还在进行风化,石沟間有碎块和石

* 本文部分內容曾于 1961 年 5 月对华东师范大学地貌专业研究生談过。

1) 周去非著岭外代答記灵岩一段云:“是江也,西通僑峒,日泻良材,貫岩而下……謂此江古来繞出山外,忽雷雨数日,‘神龙’穿破山腹……今峒旁山嘴,尚有故江迹存”。

2) P. Birot (1954) 指出:热带雨水中 HNO_3 含量約大于温带二倍。

灰岩风化紅土存在。埋藏石芽是石芽地形的的主要形成者,它的特征是岩面平滑,石芽体形巨大,石沟上寬下狹,表示上部地下水因碳酸含量未飽和而侵蝕力較強。因表层植物生长快,腐植质分解快,淋溶強,使水分硬度增加。另外,植物和細菌分解出 CO_2 ; 有机酸的作用也促使埋藏石芽发育較快^[8]。

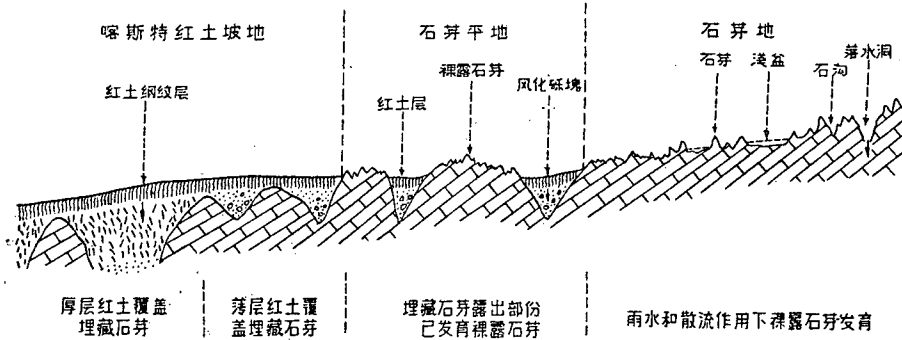


图 1 埋藏石芽及裸露石芽生成关系示意图

埋藏石芽、石沟底部有风化砾块及残迹物质存在,而上部一般常有厚层网紋紅土存在。

节理、裂隙为散流冲刷作用創造了有利的条件。墓碑式石芽地就是散流作用片蝕的結果。云南路南石林、南宁南部巨型石芽地(照片1)也是散流、暴流长期冲刷作用的结果。石林地方流水冲刷已到达地下水附近,因而露出石芽作用能充分进行。

总之,石芽地形是地上和地下两种作用同时进行而成,可以由山坡石芽地形分布的部位上,其上部为裸露石芽、下部为埋藏石芽(图 1)来証明。

三、孔穴地形及其与地下水水文关系

孔穴地形指: 1)散流、暴流作用区中之落水洞; 2)河流入水口及出水口。这类地形是流水作用和机械作用的产物。落水洞四壁石芽、石沟不发育,而崩塌石块和洪积物却很多。在广西,某些水庫的落水洞在几个月内就可以形成。落水洞一般依节理轉折。

有出水洞、入水洞地方常有地下河存在,多呈水平系統。落水洞沿垂直方向发育,并常沿节理扩大成落水坑。水文特点是間歇性充水,雨季有成冒水孔的。如果孔穴充水时,分別成为冒水孔、季节冒水孔。水具承压性,是小河源头,一般成为中、小型水庫水源。如桂西各地冒水孔流量常达 4—7 公方/秒。

落水洞对水庫建筑有决定性影响。一般季节性落水洞有漏水危险。在槽谷里,在上游槽谷頂部多属冒水孔,在中游以下,为季节性冒水孔和間歇性冒水孔。因此由落水洞水文特性可以看出本区水文某些特征是:

1. 具有正常充水带(如冒水孔存在同一高度,有积水沼泽地面等現象);
2. 有承压水道(涌水量大,水头高度也大);
3. 有管道式水道(流动快,雨季冒水量突增等);
4. 局部基准面控制明显(如谷地可被雨季冒水淹沒,落水洞水文受四周地下水面影响等);
5. 局部基准面多(不透水层多,冒水孔高度不一致,冒水孔和落水洞同一地区出現等)。

由此可知,落水洞发育地点与地形位置有关,落水洞多发育于四周地势高差较大的地点。

四、溶蚀闭塞洼地(漏斗、圆洼地、麻窝、弄场、龙湖)的成因

溶蚀洼地包括细小的漏斗、圆洼地和形态复杂的闭塞洼地。漏斗底部无土层堆积,底部落水洞未被堵塞。圆洼地底部多已呈殖,且常被堵塞成“天塘”。形态复杂的闭塞洼地可按成因分为盲谷式的、由圆洼地溶合成的等等。本区溶蚀洼地总的特征是:1)强烈深陷;2)面积大;3)成串沿构造线排列;4)盲谷状多。因此,我们认为热带石灰岩地形也以负地形强烈发育为特征,这和西方学者认为热带以正地形为主,温带以负地形为主看法不同(图2)。

漏斗产生位置常见的有二:1)台地面和石山接触处;2)峯林石山之间。前者是由于台地表面厚层红土不透水而集中在石山山脚下透水的结果。后者是在垂直循环带中产生。石林间漏斗也属此类,而河岸阶地漏斗属前者。由于漏斗排水快,发育也快。故对石山、石林发育关系很大。

脸盆式的圆洼地即南斯拉夫的“Doline”(照片2),在本区直径达1千米。如底部落水洞被堵塞后即可成“天塘”或“天池”等(即小喀斯特湖),塘底多具有厚层红土堆积,钙质和铁质胶结层含有坡积砾砂、铁锰结核、粘土等厚达二、三米。此层如被掘去,立刻漏水。“天塘”旱涸是因裂隙产生漏水的结果。另一种“天塘”是由于地下水面露出而形成。这类天塘常见灰岩露出,水面升降与河面相应与在厚层红土上“天塘”受降水影响不同,这是目前各地农场的可靠水源地。

深陷式圆洼地是桂西高大、密集峯丛石山区的特有地貌形式。深陷圆洼地直径可超过二千米,深三、四百米,发育历史较长,所在地区上升运动也较强。不少深陷圆洼地四周常有肩膊地存在,圆洼地间各坳口高度相似。表示圆洼地有内迭结构(图3)。通常成串发育在构造线上,有时几个溶合成形态复杂洼地,其底部常为村落和耕地。

由许多圆洼地分布组成的“麻窝”地形或峯林、圆洼地合成的“弄场”¹⁾等也多由本类圆洼地发育形成。

龙湖(即喀斯特湖)一般深度不大,随季节而有变化,多

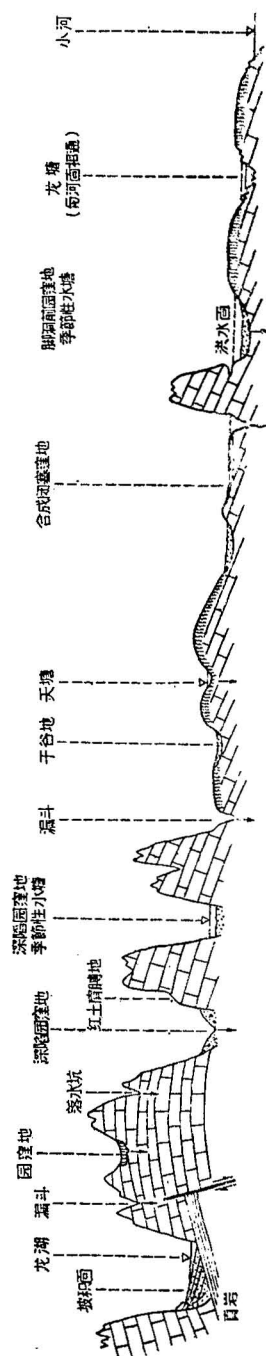


图2 各类型的溶蚀洼地所在位置理想解释图
漏斗和圆洼地是溶蚀洼地的基本型式。

1) 弄场是四周闭塞的洼地,但外形很不规则,洼地内也高低不平,可有漏陷地形发育,这是由于圆洼地,闭塞洼地溶合的结果,每是当地农业区。

生成于：1) 地下河被淤塞处；2) 不透水层露出部分(如凌乐、天崮、凤山所见)；3) 断层角

  盆地所在地点。龙湖干露的结果即成槽谷。

五、盲谷、峽谷的特征

盲谷的存在表示溶蚀作用正超过流水作用。按流水作用可分出干谷型和河谷型两种。干谷型盲谷多出现于石灰岩高原，地面特别干旱。由于干谷在尾闾产生了一系列落水洞而成。

河谷型盲谷多出现于古河谷中。即河谷喀斯特化的结果(如石灰岩层的露出等)。盲谷可能由于地下河崩塌而成,故可以有天生桥、河流存在。这类盲谷常能发展成槽谷。

峡谷由于坡面散流作用弱，垂直循环带下切发展快所致。在上升地区(如紅水河中、上游)直綫流向石灰岩峡谷更是发育。由地下河崩塌的峡谷每有天生桥存在。峡谷两旁支流常由于不如过境河的溶蚀力及侵蚀力强烈而成吊谷。雨季常成瀑布，“响水”数里外都可听到。峡谷两壁在高、低水位間地段有岩洞、漏斗、石芽、石沟等地形出現。河底落水洞发育又可使上游水量大于下游水量。

总之,石灰岩区河道的发育多呈阶梯状,对航行不利。

六、槽谷的特征及其与坡立谷的差异

槽谷是指两坡由急峭石山崖壁包繞，底部和緩起伏的槽状谷地。谷底寬度由数十米到一、二千米。槽谷走向多呈直綫状和构造綫相适应。谷內可有小河存在。它的形成过程也很复杂，例如槽谷中常有两三級阶地存在，也有不透水层(如二迭系合山层等)出露，也有漏陷地形发育等等。因此，按成因可分为：1)底部是平原的平底槽谷；2)槽谷兩側坡积发育的具有坡积面的槽谷；3)底部是阶地組成的不平底槽谷(图4)。

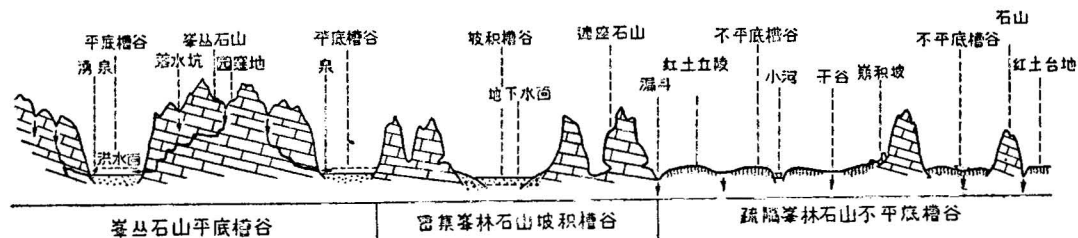


图 4 石山及槽谷的类型及其存在位置理想解释图

地下水面及洪水面的逐渐下降情况,表示槽谷地形受地下水循环的控制。

长大的槽谷可以同时具有这三种性质,河流就在坡积槽谷段内潜流入地。

平底槽谷(照片3)底部常有缓流的小河存在。反映槽谷底部和地下水面接近。潜流多成侧向潜流。有冒水孔、沼泽地和烂底田等。槽谷上游有巨大涌泉出现,形成小河。

平底槽谷多由于:1)不透水层出露、2)四周有高大峯丛石山包围、3)接近地下水面和4)局部基准面控制下没有下切作用地段等原因而成。所以,平底槽谷是峯林石山区良好的中、小型水库地点,如龙津光阴水库就是一个合成槽谷的上游部分。水库坝址即选在季节性冒水孔的上方。

坡积槽谷多在石山山脚有较大崩塌作用的地方,谷内搬运作用微弱,因为这类槽谷地表水活动已大部转入地下,因而圆洼地、落水洞、盲谷在谷底发育。其谷底呈和缓起伏地形。但暴雨时仍有洪水淹没,落水洞也可冒水。而冬夏季节地下水位高差达20—30米。

不平底槽谷(照片4)是具有明显缓坡低丘存在的谷地。一般发育历史较长,丘陵上红土层很厚,其间散布了圆洼地、天塘等。强烈漏陷地形如漏斗多存在石山边,成季节冒水孔。石山边还存在脚洞及季节性天塘、盲谷等。过境小河下切深入地下。不平底槽谷发育所在地点也每和构造有关(如正当不透水层的出露处等)。

槽谷和坡立谷(Polié)有地带性的差别。坡立谷是南斯拉夫特里斯特省喀斯特高原的名称¹⁾,不是热带季风峯林石山区的槽谷。槽谷一般还是谷地,但闭塞性不强。且常反映出构造系统的方格形、平行形等特征。槽谷可由古河谷喀斯特化发育而来,例如有总倾斜度,暴雨期洪流淹没全谷,形成急流。槽谷中常有小河外通。槽谷名称也取自华中、华南各处的土名。

七、溶蚀平原、盆地的形成过程和分类

在华南,喀斯特平原不仅面积广,且类型多,又是农业地区,故应特别注意。西方学者只用喀斯特边缘平原(Karstrandebene)^[10]一类来概括,显然不够。我们试分为:1)溶蚀平原;2)石芽平原;3)波状洼地平原;4)石芽台地;5)漏陷化台地;6)喀斯特化高原。这些地形类型都是长期外力作用的结果,不少是化石准平原、交切准平面的遗物²⁾;例如在桂中、不少红色岩系沉积的古地面是灰岩准平原(楊鍾健,1935;曾昭璇,1947)(图5),年代可追溯到白垩纪。地下水面的影响也可由目前的石芽平原、溶蚀平原、波状洼地平原等看出。这些平地一般都具有夷平性质。

溶蚀平原与石芽平原都呈盆地式分布。它们是长期在地下水面附近发育起来的。石芽平原每是河流流经地面、河水冲走堆积物后残留的地形(照片

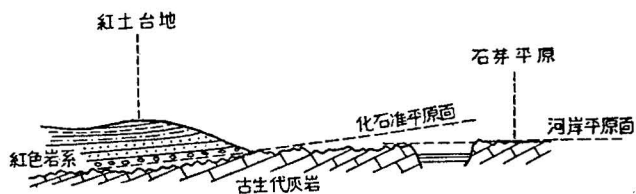


图5 桂中地方红色岩层底部古剥蚀面被埋没成化石准平原面结构示意图

目前河岸平原面(或石芽平原面)和古老的化石准平原面年代相差很大,不能相連起来。

1) 坡立谷是指面积广大的闭塞盆地,四周有明显坡度和盆地内平原分开,河流多由涌泉发源,由伏流而消失。

2) 化石准平原是已被沉积岩掩盖的古代准平原面,即岩系间的不整合面是一平坦的剥蚀面。交切准平原面是两个不同时代的准平原面相交切过的部分。

5)。目前灰岩区河谷低河滩地段还可常见大片石芽平原露出。石芽平原也可以由台地上红土层被剥蚀后露出的古平原面为代表,例如柳州、犁塘、宾阳各地石芽平原即属这一类。

溶蚀平原是河岸平原性质。但石芽地及石灰岩河道特点(露岩陡岸、吊谷等)仍然存在。表层被复棕黄色石灰性冲积土,有时有不少钙质结核。下伏基岩有切平现象。本类平原也不能和坡立谷相比。因为各大河流都有不少溶蚀平原存在。

波状洼地平原多是在被复了第三纪地层的古溶蚀平原地方出现,如在南宁市南面吴圩即有此种地形。这块溶解平原上面还保留了不少“邕宁系”地层,但由于接近地下水面,未见有圆洼地等漏陷地形发育,地面呈和缓波状起伏,雨季洼地积水,很难利用。

石芽台地与漏陷化台地是普遍存在类型。广西旱患即发生于这一类型地面上。在更新世时,广西中部可说是一个热带大盆地地形,由于近代的隆起,这个平原被切割成台地。风化壳更加厚发育。石芽一般不易外露。地表平坦,红土层厚,可建立山塘垦殖。由于地形开朗,散流、暴流剥蚀成桌状高地,故称其为台地。石山孤峰已成残留地形。石芽地仅局部存在,表示片蚀特别强烈。红土层沙质多,钙质多¹⁾,不易龟裂,团块胶结,易片蚀,不易沟蚀,成层(40厘米—50厘米)退落,尤其在表层和铁铝积聚的底层之间接触面上,使石芽地可以大片发育。圆洼地发育由于红土层厚而不明显,且多被填塞成天塘一类地形。

漏陷化台地是切割深入后的台地地形。这里石芽地由于散流迅速透入地下而不发育。漏陷地形发育每达地下水面。常年不涸的地下水面性“龙塘”每成串存在。小城镇即依靠龙塘成立。

在桂西、粤北常见喀斯特化高原,高达800米以上。高原上常有按构造线排列的石山存在,地表常有落水洞、石芽露出。土层干旱贫瘠,边缘崖坡明显,坡脚常有涌泉。高原面夷平。这种高原更广泛分布到滇中、黔中的西部,可能反映更新世初期热带气候作用的结果。漏陷地形多发生于高原边缘部分。

八、峰林石山的分类及其成因

峰林石山是热带石灰岩地形的特征。H. A. 格沃兹杰斯基(Гвоздецкий)^[12]称为“中国式喀斯特”(1957),里曼等称“圆锥形喀斯特”(Kegelkarst)^[10]。华南群众称为“石山”。

峰林石山在我国南部分布高达1,500米,在赤道可达2,000米(如西伊里安^[11])。分布区雨量在1—2米。集中分布于亚热带南部到赤道地区,因而第三纪以来喀斯特作用从未因冰期而间断^[6]。漏陷地形充分发育后易形成石山。河谷地方又因广大溶蚀平原发育使石山成陡峭坡脚。并使峰林发育更加完美。笔者曾分出以下向漏陷地形发育为主的峰丛石山和以侧向流水地形发育为主的峰林石山两大类^[5,7]。

峰丛石山多属连座性,山体中发育大量圆洼地、漏斗、落水洞等。下陷作用强烈,是峰林石山的初期状态。因此,石山区中,峰林石山在外围,而峰丛石山多在核心部分。但在构造影响下,大块峰丛石山直接和宽广槽谷相接触。例如,保存在向斜内的石灰岩体则常成峰丛石山。

峰林石山是指成羣孤立的石山地形,以桂林山水为代表。峰林地形常被误称为喀斯

1) 广西石灰岩红土层成分一般是: SiO_2 30—50%, Al_2O_3 20—30%, Fe_2O_3 15—20%, CaO 2—4%, MgO 2—4%。

特地形。其实峰林石山只是复杂喀斯特地形之一种。峰林间有槽谷、台地、干谷、边缘溶蚀平原等。反映流水作用的重要性(照片6)。

石山形态可由石芽、石沟发育,圆洼地、漏斗、落水洞贯穿山体,落水坑、崩积物发达,高位岩洞、洪水岩洞、地下水岩洞、脚洞的存在,石钟乳、崩积坡、埋藏石芽出露等来反映。里曼等认为,石山陡峭山坡的成因是由于边缘平原作用,这是不全面的,因为许多在台地表面上、和缓丘陵面上石山也表现相同的陡坡。因此,地下水面岩洞的形成、脚洞的形成就成为高地石山陡坡的成因。此外,槽谷的暴流性,也产生边缘平原侧蚀的同样作用。石山的生成条件也不是如马东(Emm. de Martonne)所说那样是决定于岩层厚度,而是决定于基准面以上的厚度。因为象高原上的峰林石山,从岩层厚度来说是由高原峡谷底部到石山顶都是灰岩。但石山却在高原面上形成。显然高原面过去是一个侵蚀基准面,限制了峰林石山发育的高程。此外,滇南、黔南、桂西多层峰林石山高原也是地壳多次上升(间歇性的)的结果(可由圆洼地、盲谷套迭现象和阶地级数证明),因而表示石山地形的发育受基准面控制。桂中、桂东北也有同样情况^[3,4]。

亚热带和温带的石山¹⁾可能是古气候的产物^[9]。

密集峰林石山和疏隔峰林石山可用溶蚀边缘平原发育来说明。如红水河在柳州附近因有边缘平原发育,石山呈疏散状,而在上游下切峡谷区却以密集峰林石山地形为特征。同一平原上也有近河岸疏隔,远河岸密集的特点。如桂林附近即为良好的例子。

本区峰林石山似有几级高度^[3,4],并且向云贵高原升高情况(如由600米升到1,000米。由300米升到600米等),表示山地发育的年青性。在300—400米面附近,常

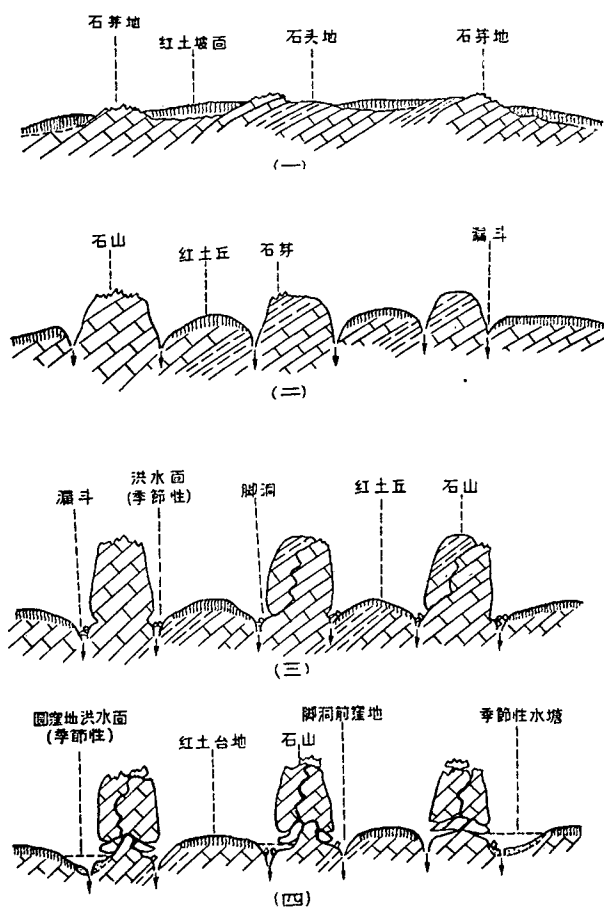


图6 台地区峰林石山形成过程示意图

- (一) 台地原始地表,红土地和散流片蚀露出的石芽地,不纯灰岩露出成石头地;
- (二) 散流沿红土坡面和灰岩间溶蚀出漏斗,红土层侵蚀后,石山出露开始突起台地上;
- (三) 长期侵蚀下,石山四周形成漏斗、脚洞。石山重力坡积明显,陡坡形成,红土地成丘陵;
- (四) 石山石芽发达,具多层脚洞,石山四周有圆洼地,季节性水塘存在,红土地明显。

1) 据 M. Klimasjewski (1958)材料,波兰的 Cracow 高地上石山是古热带的产物。但也有反对意见。

見新近剝蝕外露土山上仍未見有亞熱帶山地原產馬尾松侵入。

密集峯林石山在桂西是由于巨大深陷圓洼地、盲谷等发育而成。因此,峯林上部和下部年代可以相差很大。因此,在徑口(坳口)附近堆积物有砖紅壤性紅壤发育,而圓洼地底部多为石灰性現代冲积土。如桂西高大峯林石山区所見。

疏隔峯林石山生成过程是古剝蝕面的漏陷化所成(图6)。台地面上的散流每流向石山山脚沿灰岩裂隙透去。使石山脚产生漏斗、并逐漸扩大成閉塞洼地、盲谷、季节性天塘等,且产生脚洞。石山逐漸突出。且每形成上山、石山齐頂形态。

九、岩洞的多层性解释及其地形特征

本区以地下水面岩洞为发育。它比石山中垂直性洞穴系統規模要大。由于岩洞生成多与流水动力有关,故不称“溶洞”。除高位岩洞外,目前低位岩洞仍在飽和水文帶中积极发育。地下深层岩洞还有不少。沿桂江河床下6—12米处即常見成层的直径为1—4米的岩洞发育。并且在紅水河发现有离地面七十米深直径为1—2米的岩洞。表示地下水作用能深入河面以下。

高、低位岩洞的通性是保留了原来地下河形态的特点。例如平坦的頂棚、較均匀的活度,洞旁有溶壁沟槽和河床堆积物(如卵石层、沙泥层等)。此外,还有石鍋、石窝、水痕等小地形。洞穴中有塌方和石钟乳堆积。

高位岩洞每和河岸阶地相对应。如桂林七星岩三层地下河就和兩級阶地相应,最低一級和目前河岸平原相应(图7)。一般高位岩洞由于洞口崩塌和洞外石钟乳发育快,每成悬岩于洞口。同时又在地下形成灰华阶地,使洞口日趨封閉,如近来桂林发现的芦笙岩

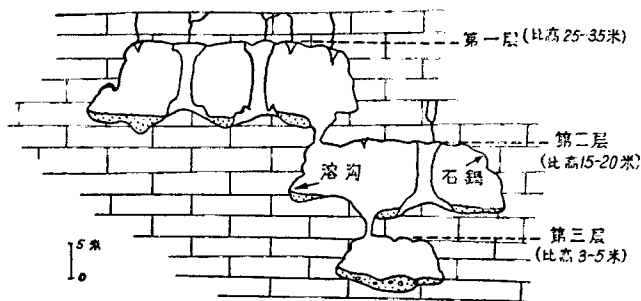


图7 桂林七星岩三层地下河洞結構示意图

平坦的頂棚和不平的底部。上层溶洞可与洞外比高30—35米阶地比较,中层可与20米阶地比较,下层可与桂江平原比较。

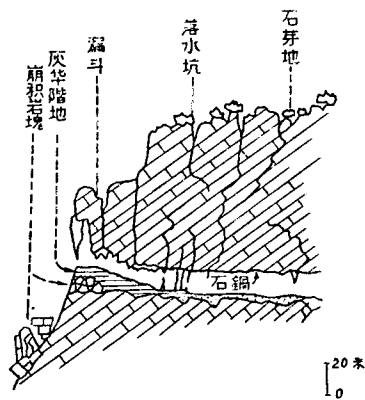


图8 冷洞

地下河岩洞入口处的灰华堆积特盛,崩塌也多,使洞穴多成冷洞性。

口只有1—2米方横,使洞穴一般成冷洞(图8)。洞内石钟乳发育。岩洞地下河形态以頂棚为最完整,岸边溶壁沟也多呈水平状,但可因底部堆积物被移去而每呈刻入岩壁状态。因此,我們认为今后研究岩洞高程最好用頂板高度为好。因目前洞底堆积已被蚀过,又有灰华沉积,已和当时地面相差几米¹⁾。

1) 桂林七星岩高位洞穴高程陈大君和陈述彰的意见即有不同。

由穿洞地形看来,地下河发育不及干谷、槽谷等地面沟谷迅速,所以当槽谷下切后,石山中地下河即行干涸,并成为高位洞穴。岩洞路线多沿层面、断裂线(如桂林迭綵山的白鹤洞)、节理发育(图9)。

低位洞穴每低于平水期河面(如肇庆七星岩要用堤围起才能入洞参观)。且有多层性,但高差不大(1—3米),这是地下水面变动的结果,不一定是升降作用。如西江边缘平原肇庆七星岩区的阿婆岩是洪水面洞穴,一般可称侧洞。洞内有洪积卵石层存在,双源洞是地下水面洞穴,经常有水淹没,石钟乳少。在台地区内,岩洞也有多层性,也反映出洪水面洞穴(半洞性侧洞)和地下水面洞穴结构,表示地下水面下移的状态(图10)。斜度也和河岸脚洞的多层洞穴相似(如桂林伏波岩脚洞)。

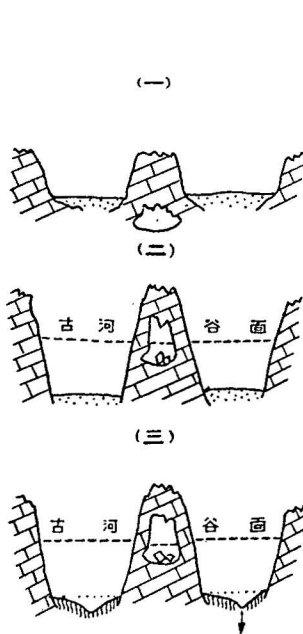


图9 石山上部穿洞形成过程示意图

表示河流侵蚀作用大于地下河流侵蚀溶蚀作用。

(一)早期谷地及地下河道;

(二)河谷下切后地下河道废弃,形成穿洞;

(三)近期上升,古河床堆积物红土化,并有漏陷地形发育。

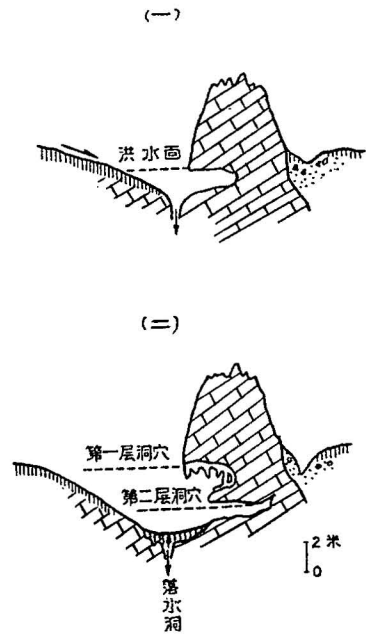


图10 台地上石山脚洞形成过程示意图

(一)由于漏斗形成于红土台地和石山脚下交界处,按季节洪水面形成了脚洞;

(二)由于地下水面下移或侵蚀下切后,形成了第二层脚洞,使石山前面产生了圆洼地,并有多层脚洞形成。

岩洞沉积地形以石钟乳为主。季风区水文特征使石钟乳成年轮性同心圆结构。一般高洞多于低洞。如桂林七星岩、芦笙岩多大型石柱、花石山状沉积。而在低位洞穴由于潜水作用时间不长而呈细薄的初期石钟乳形态,团块状,下垂部分不明显,土名称为“团龙”、“飞凤”等名称。石笋一般可以和石钟乳相对应,因而也反映出裂隙系统的方向。肇庆出米洞的石笋成两行人象并列状,即由节理方向所支配。

落水洞壁灰华沉积可成具有隔壁的槽管,隔壁呈甌穴形态,并有灰华球堆积。这种以小砂泥为核心的结核有时呈荔枝形或汤圆形,大小由2—5厘米。灰华阶地见于洞内有滴水下落处。

岩洞表面溶蚀地形以“石锅”为代表。在岩洞顶板、两侧岩壁上和溶壁沟上都有出现。这是一锅形凹入小地形,直径由 0.4 米—2 米不定。石锅间有脊状突起,其成因可能与不同水压力施于岩面作用有关。水压力大的地点即成石锅。充水管道常见较细的石锅小地形,甚似龙鳞。桂林龙隐洞即由有几条直径为 1 米的具有石锅小地形的管道而得名。

流水经常作用的岩石还有“水痕”,是和浪痕相似的岩面溶蚀小地形。波浪状“水痕”长 1.5—5 厘米,深 0.5—1.5 厘米不定。唐宋碑文即因被水痕侵蚀,字迹模糊,说明这水痕形成不到千年历史。

十、几点 结 论

1. 石芽有地表、地下两种发育方式,因而可以分出裸露石芽和埋藏石芽两类。
2. 孔穴地形重要性反映在水文特征上,因而可以分出: 1) 散流、暴流性落水洞、落水坑、冒水孔; 2) 河流的入水洞和出水洞。
3. 闭塞洼地在发育过程上可分出: 漏斗、圆洼地、深陷圆洼地、盲谷式洼地、合成洼地和各级相应的大小喀斯特湖(“天塘”、“龙塘”之类)。
4. 盲谷可分出干谷性和河谷性两类。峡谷特点是有下切露岩陡岸、支流成吊谷,河岸有成层洞穴存在等等。
5. “坡立谷”在我国不典型。槽谷按发育过程分为: 平底槽谷(有河的)、不平底槽谷和坡积槽谷。
6. 溶蚀平原(即边缘平原)及盆地可按形态成因分出: 石芽平原、溶蚀平原、波状洼地平原、漏陷化台地、石芽台地和喀斯特化高原。
7. 石山地形可按发育情况分出丛石山和峰林石山,后者再分为密集峰林石山和孤立峰林石山。
8. 岩洞以水平洞穴为发达。按发育过程分出侧洞、穿洞、脚洞、高位岩洞及低位岩洞等地下河道洞穴。沉积物地形有石钟乳、灰华球及灰华阶地等。溶蚀地形有石锅及水痕。

参 考 文 献

- [1] 任美锷 1962 喀斯特学的现状与展望。地理,第五期,172—177 页。
- [2] 谷德振 1961 中国喀斯特研究现状。科学通报,11 月号。
- [3] 邱书敬 1961 红水河中游区域喀斯特形态分类。广西喀斯特论文选集,47 页—60 页。广西科委。
- [4] 郝延年 1962 桂中、桂东北地区喀斯特类型分区及其发育规律的研究。全国喀斯特研究会论文选集,科学出版社。
- [5] 曾昭璇 1956 论石灰岩地形。新知识出版社。
- [6] 曾昭璇等 1960 华南喀斯特森林区地形类型初步划分。地理学报,第 26 卷 1 期。
- [7] 曾昭璇 1960 岩石地形学。107 页—127 页,地质出版社。
- [8] Corbel, J., 1959 Erosion en terrain Calcaire. *Annals de Geogr.*, No. 366, pp. 97—120.
- [9] Klimaszewski, M., 1958 Modern Views on the Development of the Karst Relief. *Drzsglad Geograficzny*.
- [10] Lehmann, H. and others, 1956 Report of the Commission on Karstphenomana. 18th I. G. C..
- [11] Verstappen, H. Th., 1960 Some observations on karst development in the Malay archipelago. *Jour. of Tropical Geogr.*, Vol. 14.
- [12] Гвоздецкий, Н. А., 1954 Карст.

SOME QUESTIONS ON THE CLASSIFICATION OF RELIEF TYPES IN KARST REGION IN SOUTH CHINA

TSENG CHIU-SUEN

(Summary)

1. Lapié may be divided into two classes according to their developmental characters: 1) The bare Lapié, mainly corrosion by runoff; 2) The covered Lapié, mainly developed under the soil cover.

2. The Aven type may be divided into two types according to their hydrological characters as follows: 1) Aven of the runoff-torrent type; 2) Inlet hole and outlet hole of the river.

3. The depression area (basins) may be divided into six types according to its developmental stages, such as: Sink hole, Doline, Doline of deep-sunk type, Blind valley type depression, Complex depression basin (Uvala), Karst lake (natural ponds (天塘), dragon ponds (龙塘), etc.).

4. Blind valley may be divided into two classes: 1) Blind valley mainly developed from a gully bed ("Балка" in Russian); 2) Blind valley developed from the disappearance of a river.

5. The characters of the karst gorge may be noted on: 1) Steep valley slope with Lapiés; 2) The hanging valley occurred in the place where the branches meet the main trench; 3) Horizontal caves occurred in the valley side which is related to the different water-level of the river (flood level, low water level, etc.).

6. The U-shape (槽谷) valley may be divided into three types according to their developmental stages: 1) Flat bottom U-shape valley (with rivers); 2) Unflat bottom U-shape valley; 3) U-shape valley with thick slope deposits on the valley side.

Polié—seems not well-developed in our region.

7. Corrosion plains ("Karstrandebene" in German) and corrosion basins would be divided into the following types according to their forms and structures: 1) Lapiés plain (石芽平原); 2) Corrosion plain (溶蚀平原); 3) Rolling plain with depression basins; 4) Tableland with karst phenomena (喀斯特化台地); 5) Tableland with lapiés (石芽台地); 6) Highland with karst phenomena. (喀斯特化高地).

8. Rock-peaks (石山) may be divided into two main types according to their developmental characters: 1) Rock-peaks in the forest landscape; 2) Rock mass with a group of peaks.

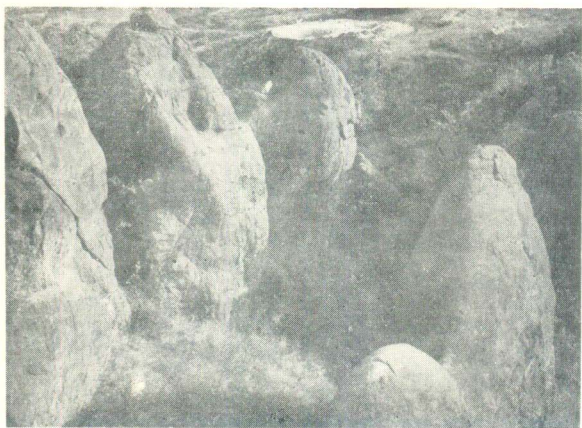
The first type may again be divided into two sub-types:

- (1) Crustering sub-type.
- (2) Isolated sub-type.

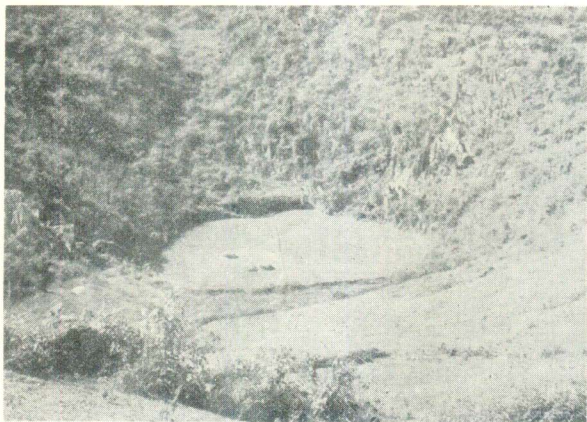
9. Horizontal caves are the most important type in our region. It may be divided into five types as follows: side caves (侧洞), window caves (穿洞), foot caves (脚洞), upper-side caves (高位岩洞), lower-side caves (低位岩洞).

The relief form of the cave deposits are: Stalactites, calcium concretions and calcareous terraces.

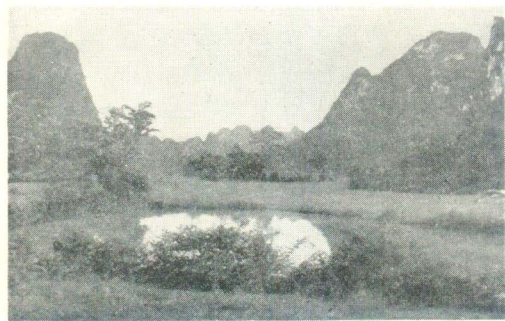
The corrosion relief forms are: stone boilers (石锅) and the wave traces (水痕).



照片 1 南宁市南部石林式埋藏石芽。(曾昭璇摄)



照片 2 圆洼地地形,注意底部有田地存在。(李孔宏摄)



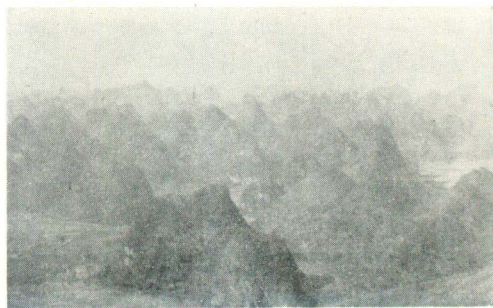
照片 3 广西西部平底槽谷地形,注意前方水塘满水情况。(曾昭璇摄)



照片 4 不平底槽谷地形,谷内阶地已被切蚀成和缓丘陵地形。(曾昭璇摄)



照片 5 广西西部河谷平原里出现的石芽平原地形。(曾昭璇摄)



照片 6 广西中部峯林石山地形。(曾昭璇摄)