

雅鲁藏布江大拐弯峡谷的地貌特征和成因

杨逸畴

(中国科学院地理研究所)

摘 要

雅鲁藏布江下游作发夹形的奇特大拐弯,并构成深峻的峡谷。本文根据实地考察的资料,阐明大拐弯的地貌特征,并结合地质构造的分析,认为包括大拐弯在内的雅鲁藏布江是适应不同方向断裂构造发育的先成河。大拐弯不是河流的袭夺弯,雅鲁藏布江曾经由东向西流的说法是没有根据的。

世界最高的大河—雅鲁藏布江,在其下游米林、林芝、墨脱县境内,围绕东喜马拉雅山尾间的最高峰—南迦巴瓦峰(海拔7756米),突然作奇特的发夹形大拐弯,构成举世闻名的深峻的大峡谷,自然条件独特,蕴藏着丰富的水力资源,历来引起人们的注意。但是,由于那里自然环境十分艰险,因此,在科学考察上还是一个空白的地区。本世纪廿年代,英国人沃德(F.K. Ward)曾到过峡谷的上口地段,写有一些报导¹⁾。而我国的一些学者大都只限于从地图上或根据峡谷外围地区的一些资料来推论它,他们以雅鲁藏布江水系布局的不对称性和一些支流反向汇流的特点,结合下游奇特的大拐弯,推论过它的成因和发育历史,或说它是袭夺河,或说它是先成河,但关键都在于缺乏立论的实际依据。笔者于1973和1974年踏勘了从派区到希让间的大峡谷河段。本文根据实地所获资料来阐明大峡谷的基本地貌特征,并探讨其成因。

一、地面结构和地质基础

(一)地面结构

由西向东流的雅鲁藏布江,到米林县派区以下,突然转向北东流去,穿切在喜马拉雅山东端的加拉白垒峰[照片1]和南迦巴瓦峰[照片2]之间,并环绕南迦巴瓦峰转折南流,形成几百公里长的大拐弯(见图1)、大拐弯中又套叠着一个个直角形的小拐弯;河道流路蜿蜒曲折,峡谷一个接着一个,最狭的地方不过70-80米。峡谷两侧的山岭海拔多数在4000米以上,从谷底到岭脊的相对高度都在2000米以上,切割深度和密度由下游向上,在大峡谷的顶端部位最大。峡谷两侧山地可分前山和后山两部分。

前山靠近峡谷,谷坡坡度介于30-50度之间,山地呈脊岭状向谷地延伸,构成交错的山咀或起伏的峰面,它们上面一般没有冰雪作用。后山指大峡谷两侧最高耸的分水山岭,南侧

• 大拐弯峡谷在文中简称大拐弯。

1)徐近之编著,青藏地理资料(地文部分)第43页。沃德的报导中特别有一节提到:“离博藏布会口约16公里的瀑布,海拔2163公尺,常有虹彩,可称虹霞瀑布。下面一个瀑布距两河汇口仅6.5公里,海拔1753公尺,较为雄伟,瀑布高13-14公尺,这里峡谷宽仅27.4公尺,当地蒙巴人都说它是雅鲁藏布江最大的瀑布”。

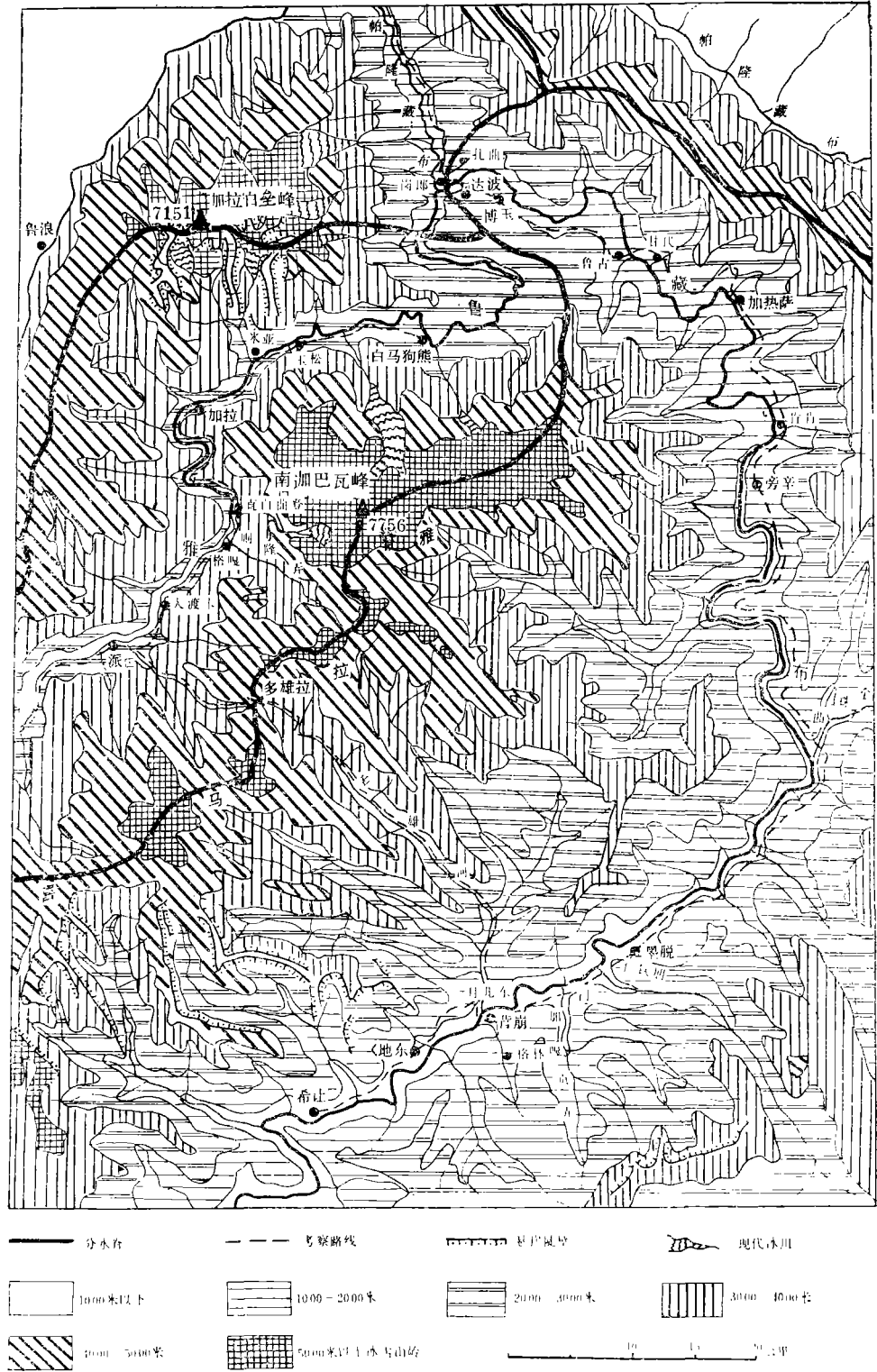


图1) 大峡谷地区水系和地势略图

有以南迦巴瓦峰为主的山系,北侧有以加拉白垒峰为主的山系。它们的海拔一般都在5,000米以上,主峰高达7,000多米,呈金字塔形角峰高矗,其它山岭大多呈锯齿状。但是,在山体海拔5,000米左右有一级整齐的峰顶面,它在南迦巴瓦峰周围表现十分清晰;并且这级峰顶面向雅鲁藏布江中上游两岸延伸呈切割的峰顶面状,雅鲁藏布江就是从这级地面下切而成的。南迦巴瓦峰和加拉白垒峰还是冰川发育的中心,山岭白雪皑皑、山坡冰川悬垂,由于南来湿润气流可通过峡弯下段的谷地伸入,因此,高山降水充沛,遇冷后形成大量冰雪积累,冰雪覆盖的山岭上雪崩滑道累累,表明这里雪崩和冰崩极为频繁;同时,谷坡洼地可以看到受冰雪崩坍补给发育的再生冰川〔照片3〕,一些冰川舌可以穿越森林下伸到海拔3100米左右的雅鲁藏布江畔〔照片4〕。冰川性质是属于我国罕见的季风型海洋性冰川类型。冰川融化后,常形成泥石流堵塞峡弯江道。

(二)地质基础

大峡弯地处喜马拉雅山东端,北与念青唐古拉山、东与横断山脉交接。按板块构造观点,这里地处印度板块和亚欧板块碰撞的雅鲁藏布江地缝合线的东端。以高度著称的南迦巴瓦峰矗立在大峡弯的内侧,在地质上,它常被人们称为是喜马拉雅山东端的“地结”,就象喜马拉雅山东端和印度板块东北角一颗巨大的“钉子”一样,把喜马拉雅山脉和印度板块牢牢地钉在现今的亚欧大陆上。资料表明,印度板块目前仍以北北东的方向朝亚欧大陆推进,它既要推进,就必然会受到西藏地块的抵抗,自然也就向东西两方寻求应力的释放,于是必然出现喜马拉雅山脉东西两端的弧形转折,及近似南北走向的密集断裂和褶皱〔2〕。这种构造的特点奠定了大峡弯地貌格局的基础(见图2)。

从大峡弯内部看,这里是一个向北东倾伏的背斜构造〔3〕。背斜轴大致在多雄拉—南迦巴瓦峰一带。背斜的西北翼出露地层以云母片岩、片麻岩为主,片理方向围绕南迦巴瓦峰由北西经北东转为南东、倾角在70度以上,构成一组密集的弧形断裂面,这一段峡弯河流的环形曲折正是适应这种地质构造的结果。背斜东南翼出露岩层以各种片岩、片麻岩和千枚岩为主,所显示的构造既有褶皱也有断裂,而以断裂为主。其中,金珠曲到达波—岗郎间为明显的近南北向断裂带(走向北北西、倾向北东、倾角70-80度);金珠曲到希让间为明显的北东向断裂带(走向北东40-50度、倾向南东,倾角60-70度)。它们都是规模巨大的压扭性断裂带,河流的发育直接与断裂带相关。至于大峡弯中一些局部河段的小的转折和一些支沟的发育,则多受控于褶皱的转折或次级张性断裂构造的交汇。地质构造控制河流发育的相互依存关系在这里得到了最充分的体现。

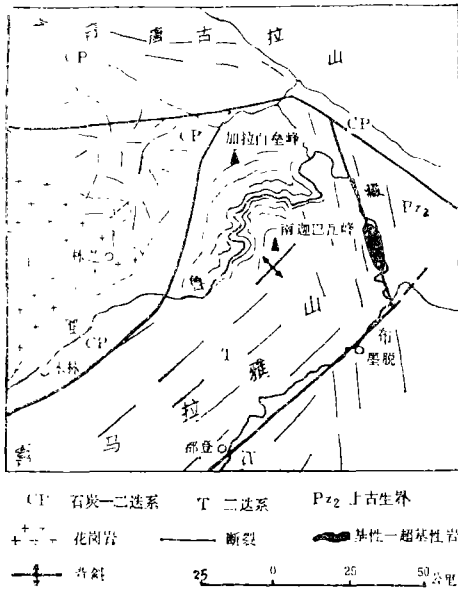


图2) 大峡弯地区地质构造略图

二、大峡弯的地貌特征

(一) 河系特点

大峡弯的河系无论主、支河道的横向或纵向剖面; 以及主支流分布的格局, 都有着自己鲜明的特点, 这就为河系本身的发育历史提供了证据。

1. 主河道的峡谷特点: 主河道主要为峡谷, 但峡谷形态在金珠曲的上下游河段有差别。金珠曲以下到希让间的峡谷形态多呈“V”形〔照片 5〕; 金珠曲以上呈“丫”形〔照片 6〕, 其中, 尤以白马狗熊到岗郎、达波间大峡弯的顶端部分, 构成最为雄伟峻险的连续大峡谷。但无论哪种峡谷形式, 横剖面的从上部到谷底, 都有侵蚀平台构成的交错山咀、残留的谷肩和多级阶地, 反映出明显套叠的谷中谷形式, 表明了峡谷强烈切割的发育过程。

2. 主河道的分段曲流特征: 大峡弯在平面上呈明显的山咀交错的曲流形式〔照片 7〕, 并深深地嵌入于基岩之中。根据曲流的发育型式及特点, 大致可分三段: 金珠曲—希浪间河道发育在北东向断裂带上, 形成拉长了的“S”型曲流河段。金珠曲—加热萨间河道发育在近南北向断裂带上, 形成左右近乎对称的“弓”字型曲流河段〔照片 8〕。加热萨以上经岗郎、达波到白马狗熊、派区之间, 主河道发育在北西和北东向两组交叉断裂和一系列弧形断裂中, 形成一系列连续的不规则直角形大拐弯型式的曲流河段。

3. 主支流分布格局及支流特点: 大峡弯两侧, 特别是围绕南迦巴瓦峰发育的水系在注入雅鲁藏布江时, 具有明显的放射状水系格式。一些大支流像帕隆藏布和金珠曲则具有反向上游汇入主流的特点。至于大峡弯中支流本身的特点有三: 1) 较大支流亦呈山咀交错的峡谷, 并以峡谷或嶂谷形式汇入主流, 如帕隆藏布、金珠曲都是如此。2) 中等支流在下游以线状切割的峡谷形态汇入主流, 上方遗留有 V 形悬谷, 河床坡度大, 多跌水、瀑布。如多雄河。3) 小支流均短小陡直, 常直接以瀑布或跌水形式汇入主流, 如博玉附近的小支流等。

(二) 河谷地貌特征

大峡弯峡谷中的地貌, 主要表现在阶地的发育和坡面上物质移动所形成的物理地质现象两方面。

1. 阶地:

峡谷内阶地分布零星, 组成复杂, 仅有一些阶地皆出现在曲流的凸岸或支流的汇入口, 多数为基座阶地。基座上部河流堆积物常与坡面的崩积或支沟的洪积物相复合, 以致沿河阶地高差悬殊, 组成物质很不一样, 这些特点给沿河阶地对比造成了不少的困难。但从上下游的大致对比来看, 残存的阶地可归纳为三级 (见附表), 其中, 以高阶地为主。并且可以看出, 同一横剖面上下相邻两级阶地间的高差很大; 同一级阶地在上游是基座性质, 到下游则可以是侵蚀谷肩形式。必须指出, 峡谷中有一级高平台, 它们或是高阶地的残余, 或是曲流段的交错山咀、或是支流汇入口内侧的分水山梁平台。如墨脱区上方的仁钦朋平台、帕隆藏布汇入口内侧的岗郎分水山梁、多雄河汇入口内侧的月儿东山梁等, 相对高度都在 600 米左右。平台基座上部覆盖有黄土状亚粘土堆积物。平台以下的现代河床, 深切作用显著, 已比较定型。

大峡弯中所见阶地列表如下

地 点	低 阶 地		中 阶 地		高 阶 地		备 注
	相对高度(米)	性 质	相对高度(米)	性 质	相对高度(米)	性 质	
派	3—5	洪积为主	10—15	冲积为主	60—80	洪积冰碛	
大渡卡	35	洪积冲积	145	洪积湖相	220	洪 积	
格嘎村	40—50	洪积为主	220	冰碛洪积	320	冰碛为主	
直白曲登	130—140	洪 积	180—190	洪 积	240—250	冰碛洪积	
加拉村	5—8	冲积基座	60—70	冲积基座	250	侵 蚀	
白马狗熊	10—15	冲 积	90	洪积为主	200	洪积为主	
司 郎			310	洪积为主	530—600	基座阶地	上覆黄土状堆积物
博 玉	135	洪积为主	285	洪积为主	650—690	洪积为主	
甘代、叠古					680—770	洪积崩积	
加 热 萨			200—250	崩积为主			
肯 肯	130		275	洪积崩积	600—650	侵 蚀	
旁 辛			290—340	冲积洪积	450—500	侵 蚀	
堡 脱	50—70	冲积—洪积	130—150	冲积洪积	450—500	洪积崩积	
背 崩	50—70	冲积为主	150	冲积洪积	230	侵 蚀	
迪 东	50—60	冲积为主	250	洪 积	610	侵 蚀	上覆黄土状堆积物
希 止			272	洪 积	352	侵 蚀	

2. 坡面物质移动；

大峡弯陡峻的山坡或谷坡上，坡面的物质移动主要是由于沿河断裂带发育，作为地面基础的岩石比较破碎、风化强烈，受重力作用或受坡面水流或地震的触发多处产生崩塌和石流；而在那些具有松散堆积物复盖、下伏岩层软硬相间的陡峻坡面上，迳流的差异侵蚀又形成许多冲沟和切沟。这些坡面物质移动的现象多见于旁辛以上较陡峻的谷坡或单薄的山脊上；在旁辛以下到希让间，由于坡面热带和亚热带的植被覆盖茂密，物质移动现象不明显。

大峡弯中泥石流亦很发育，大致有两种类型，一种是崩塌泥石流；一种是冰川泥石流。前者如背崩村上游的加嘎贡弄支沟，由于地震触发形成巨大的崩塌性泥石流〔照片9〕；后者如大渡卡以下的则隆弄支沟冰川泥石流。一次巨大的泥石流，往往堵塞峡谷江道，引起局部侵蚀基准面的变化，为河床提供大量巨颗粒的推移物质，影响着河床水文特性，改变着河床的塑造过程。

(三)河床地貌

大峡弯的河床是深切入基岩的侵蚀性河床，坡降很陡，纵剖面呈上凸形坡折下降（见图3）。河床多急流险滩、礁石星罗棋布，甚至出现小的跌水。根据实测，加拉至米亚间7.8公里河段，水面下降350米、平均坡降竟达44.9%。有的河段流速超过16米/秒，急流挟带着巨大的推移质，磨蚀着河床前进，发出隆隆的响声。就在我们考察的枯水时期，河床往往出露基岩，基岩上部兀立着巨大的砾石（最大粒径达5×3米）。同时，由于河流发育在断裂

带上,并有一些横向断裂或破裂面相互交切,以致本来就软硬相间的岩层,在巨大水流的强烈侵蚀下,河床形成一系列纵向深槽、串珠状的深槽〔照片10〕及单个的壶穴、洼坑等;基岩河床上还有许多鱼鳞状叠覆的拍浪侵蚀“瘢痕”;局部河床还有基岩耸立的中流砥柱。这里须要指出的是,在大峡弯中,凡巨大山崩塌方体的下游河段(如加热萨巨大崩塌体的下方河段)、支沟泥石流体的下方河段(如加嘎贡弄崩塌泥石流流体、米亚附近色东浦曲冰川泥石流流体下方河段)或者是较大支沟汇流的下方河段(如帕隆藏布汇入口下方河段),都出现局部的堆积性河床段,显然,这是由于这些局部河段有大量物质供应来源的缘故。

三、大峡弯成因的初探

大峡弯以上的雅鲁藏布江发育在东西向深大断裂带上,这已为大家所公认。这条断裂带在地质上以断断续续出露的蛇绿岩为其标志;在地形上则表现为宽大平直的贯通谷地。但是,派区以下的大峡弯,则是应顺雅鲁藏布江地缝合线东端构造的弧形转折所造就的一系列密集的断裂和褶皱而发育的。也就是说,地质构造明显地控制着大峡弯河道的总体流路,随着青藏高原的强烈隆起,河道适应着断裂构造带这个薄弱部位一步步下切发育,一些局部河段的转折拐弯和支沟的发育,还适应着与主断裂相配套的那些横向断裂而发育,导致大拐弯中叠套着一个连续的小拐弯;而以南迦巴瓦峰为中心的大峡弯内侧地区,则是强烈隆升高原上更为强烈的上升中心,它的不断间歇性强烈上升,使峡弯河道适应断裂带不断间歇性下切,使峡谷一个接着一个、一个套着一个。把大峡弯和整个雅鲁藏布江中上游联系起来看,它无疑是一条适应构造发育的先成河流。

根据李吉均等研究〔4〕,青藏高原主要是新构造时期强烈断块隆升形成的,隆升有整体性、差异性、阶段性和后期加速的特点。作为高原上最重要一条大河的雅鲁藏布江下游大峡

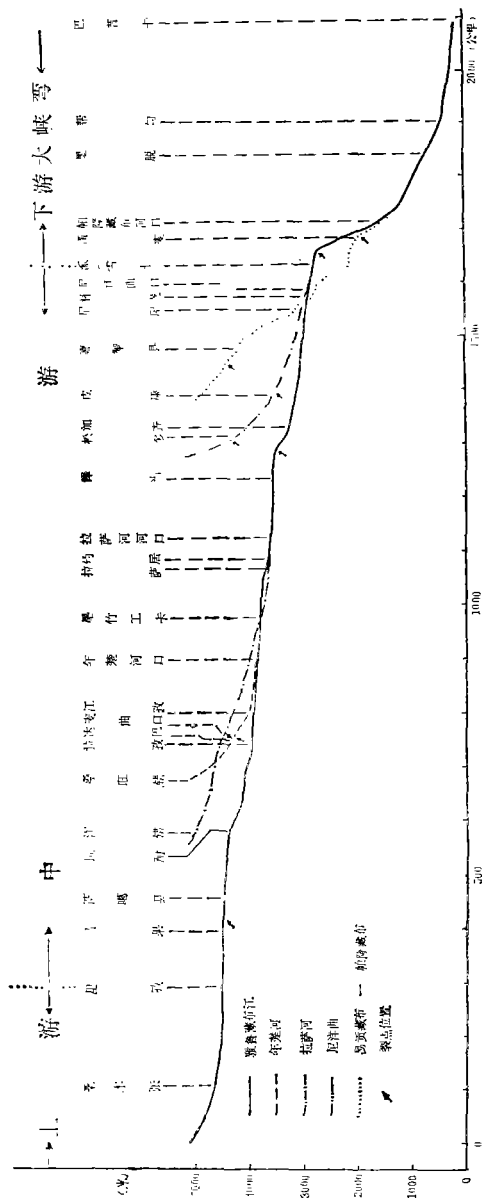


图3) 雅鲁藏布江及其部分支流纵剖面图

弯河段, 它的形成和发育就不能不和整个雅鲁藏布江一样, 与高原形成息息相关。雅鲁藏布江中游谷地断续分布着从渐新世到中新世的杂色砾岩和砂砾¹⁾, 这是雅鲁藏布江河谷中时代最老的河流相堆积, 它表明了雅鲁藏布江的发育历史最早可追溯到中新世。当然, 结合高原的形成历史分析, 那时的水系恐怕还只是雏形, 真正水系的形成可能在上新世时期。我们在大峡湾内侧的南迦巴瓦峰周围, 见到保存完好的海拔 5,000 米左右夷平面, 这就是原始高原面的残遗。雅鲁藏布江大峡湾最早是在这级面上发育并适应断裂构造而下切形成的。不过现在这级夷平面已随着南迦巴瓦峰强烈的上升而发生了变形, 比起雅鲁藏布江中上游广大范围内的同级高原面的高度要高罢了。

在上新世大峡湾水系形成以后的第四纪时期中, 河流适应断裂带进一步发育, 与高原强烈隆升的阶段性相一致, 在雅鲁藏布江河床纵剖面上出现三级裂点 (见图 3)。在大峡湾中至少形成了三级阶地, 它同样反映了构造隆升的阶段性特点。并且, 大峡湾由于强烈的构造变动而会导致冰川、大崩塌、泥石流等局部堵塞河谷, 于是在大峡湾以上河段形成静水环境下的湖相堆积, 但湖相堆积中一般都夹有河流相的砂砾层, 并且湖相层的组成物质有从上游向下游大峡湾口逐渐变细的规律^[5], 这就表明: 一方面在静水沉积环境堆积以前, 雅鲁藏布江河谷确实已存在; 另方面证实大峡湾局部河段确有暂时被堰塞的可能。但总的说来, 河流还是属于外流的性质。与此同时, 大峡湾中的阶地也必然会受到山崩、洪积等的影响而变得复杂化。另外, 前面提到大峡湾中有一级相对高 500-600 米的平台 (包括高阶地), 其上有黄土状堆积物。在这级平台以上老的河谷形态较宽广, 而平台以下河流则完全呈现深切的嵌入曲流, 河道流路和河系格局与现在相仿。即从黄土堆积形成以后, 河流随着山体的上升而以强烈下切侵蚀为主。根据区域第四纪地层岩性对比, 认为黄土状堆积的形成是晚更新世的产物, 这就表明晚更新世以前的河系与以后的河系发育特点有所差异。晚更新世以前老的河系发育是在较高部位的宽谷地内侧蚀和下切同时进行的; 晚更新世以后到现在则以强烈下切侵蚀为主, 特别是在现代河谷相对高度 130-150 米的那级低阶地以下, 河谷深切更加强烈, 常呈嶂谷, 同高度一级支流的悬谷瀑布十分普遍, 更进一步表明这级阶地以后河谷下切, 新构造的抬升是更为加剧的时期。这就与李吉均等研究认为高原隆升具有后期加速的特点相一致。

必须指出, 在近期河谷的发育过程中, 1950 年 8 月 15 日的 8.5 级的大地震 (察隅大地震) 对大峡湾河谷发育烙下了深刻的印迹。显然, 地震会直接导致峡湾河谷和坡面的变形, 并使大量坡面物质下落, 堵塞江道, 提供了大量河床推移物质。沃德曾提到过的河床瀑布在震后已完全消失殆尽, 证明新构造运动是峡谷发育过程中一个十分重要的因素。印度板块和亚欧板块的相互作用, 在地壳板块持久的巨大推动力作用下, 两侧盖层发生大面积深度动力变质, 并沿密集的高角度剪切滑脱面向上仰冲, 雄峙在大峡湾两侧的加拉白垒峰和南迦巴瓦峰就是仰冲的结果。显然, 地处印度板块东北端的大峡湾地区, 所承受的挤压肯定要比其它地方强烈的多, 因此, 这里的地震活动频度高、强度大; 山地强烈上升, 河流强烈下切, 地形反差大, 说明这个时期的新构造活动方兴未艾, 以快速抬升为特点的现代构造运动在这里表现得如此明显和强烈, 是喜马拉雅其它地区所无法比拟的。

关于大峡湾的成因, 曾有过许多种推测。其中, 也是最主要的论点, 认为大峡湾的成因是河流袭夺的结果。强调它是由于喜马拉雅山南坡南北向河流的溯源侵蚀, 袭夺了北坡东西

1) 据西藏自治区地质局第二地质队《西藏自治区桑日~加查区域地质简测报告》1977。

向河流的结果,奇特的大峡弯就是袭夺弯〔6〕。雅鲁藏布江许多大支流呈反向汇流的特点,似乎旁证了袭夺说的可能〔7〕〔8〕,并且,由此推论雅鲁藏布江历史上曾经是由东向西流的。

从资料分析,袭夺要成为可能,关键在于大峡弯地段。这里首先应该弄清雅鲁藏布江中上游东西向宽狭相间河谷与下游峡谷及大支流帕隆藏布江之间相互袭夺的关系。这中间无论谁袭夺谁,被夺河上是否有倒流河?袭夺弯以东是否有断头河?据王明业分析¹⁾,雅鲁藏布江从上游到下游,坡降的演变(即纵剖面的特征)是符合正常河流塑造过程的。另外,我们从上游到下游,分析了反映高原地势特征的二级高原夷平面的分布情况,发现它们在东西方向上有着发育的一致性,它们都是从上游向下游倾斜,并没有所谓古雅鲁藏布江由东向西流所应当出现的那种地势程序,反证了雅鲁藏布江本来就是一条适应性的先成河。至于古雅鲁藏布江的出路何在?我们考察了现在雅鲁藏布江源头和阿里地区的印度河上游,它们虽说位于同一直线上,并都有着相贯通的宽谷形态,但实际上是噶尔曲~雅鲁藏布江深大断裂带所形成的构造谷地,在分水岭地区并没有发现任何古河道的遗迹〔5〕。至于古雅鲁藏布江有没有可能通过帕隆藏布江汇入伊洛瓦底江入海?我们也考察了帕隆藏布江及大峡弯到伊洛瓦底江上游之间的地区,并未发现有任何古河道的遗迹存在。说到雅鲁藏布江一些大支流反向汇流的特点,我们曾分析了大峡弯以上的十六条大支流,其中,与干流成锐角相交汇入的有六条;与干流垂直相交汇入的有五条;与干流流向呈钝角相交,即所谓反向汇注的只有萨迦藏布、年楚河、拉萨河、曼曲、帕隆藏布等五条,它占主要支流总数的1/3弱。进一步分析所有反向汇入支流的发育,几乎都是适应同方向断裂构造的结果。因此,所谓反向支流也不能作为袭夺的证据。至于大拐弯是否就是河流袭夺弯,前面已经分析过,大拐弯并不是一个弯,实际上它是连续的多弯,它们都是适应地质构造的结果,决不是河流袭夺作用所造成的。最后,从水动力观点来分析,河流要能够迅速下切,一方面要有较大的坡度,一方面需要有足够的水量,试想一下:当南坡河流的溯源侵蚀以至它的源头达到了像喜马拉雅山那样高大的分水岭以后,还有力量下切达到能够汇集北坡的水流而使之转向南流的可能?主张河流袭夺的人恐怕也难以回答这个问题〔2〕。

总之,我们倾向于认为雅鲁藏布江初始的河道是随着高原地势的倾斜,中上游段在东西向深大断裂带上串通了许多湖盆;下游段在帕隆藏布以上的大峡弯上游段,是适应于两大地质单元(南侧属于印度板块的西藏特提斯带和北侧属于亚欧板块的冈底斯—拉萨—波密褶皱带)之间的巨大密集的高角度弧形断裂带发育;帕隆藏布以下是十分清楚的适应一组密集的高角度近南北向到北东方向的断裂带发育的。随着大峡弯地段南迦巴瓦峰这个强烈变质侵入中心的上升,河流不断下切而形成峡谷。

本文初稿承沈玉昌先生审阅,提出了宝贵的修改意见;文中插图由王云鹏同志清绘,谨致热忱谢意。

参 考 文 献

- 〔1〕 F. kingdon ward: Explorations in South-eastern Tibet, 《Geographical Journal》 vol. Lxvii 1926. No.2 p87—123
- 〔2〕 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会:中国自然地理地貌第二章构造地貌,科学出版社,1980年。
- 〔3〕 郑锡润等:雅鲁藏布江下游地区地质构造特征,地质科学1979年第2期。
- 〔4〕 李吉均等:青藏高原隆起的时代,幅度和形式的探讨,中国科学1979年第6期。

1)王明业,西藏南部地貌考察报告,中国科学院西藏综合考察队,1966年。

- [5] 李炳元等: 西藏水系发育的几个问题, 地理集刊, 第13号, 1981年。
- [6] 李连捷: 青藏高原自然区划, 地理学报, 20(3), 1954年。
- [7] 李连捷: 关于新构造运动和它的实际意义, 中国科学院第一次新构造运动座谈会发言记录, 1957年8月。
- [8] 冯景兰: 从地貌水系及沉积的观点谈中国的新构造运动, 中国科学院第一次新构造运动座谈会发言记录, 1957年8月。

THE TOPOGRAPHIC FEATURES AND THE ORIGIN OF THE GREAT BEND VALLEY AT THE YARLUNGZANGBO RIVER IN TIBET

Yang Yichou

(*Institute of Geography, Academia Sinica*)

Abstract

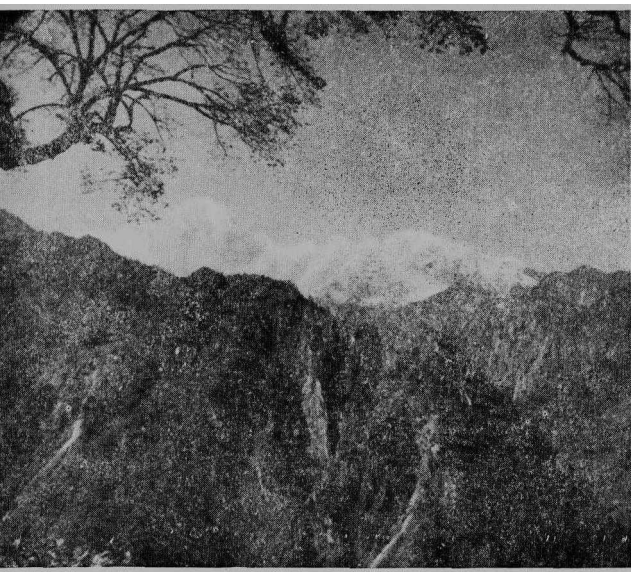
In the lower reaches of the yarlungzangbo river there exhibits a marvellous Hairpin-like Great Bend Gorge with valley in valley. The channel of the Great-Bend valley cut down into the rock flows through many interlocksed epurs. It is obvious that the Bend is a beautiful incised meander. The width of the channel is only about 70-80 meters.

The diagram of the longitudinal profile of the river bed is convex upward with the gradient break like a flight of stairs. The slope of the channel and the velocity of flow can reach locally 44.9‰ and 16 meters per second. The canyon terraces along the valley are distributed in odd pieces. Owing to the high altitude and precipitous valley slopes and strong physical weathering, the rock debris on the slopes moved down quickly.

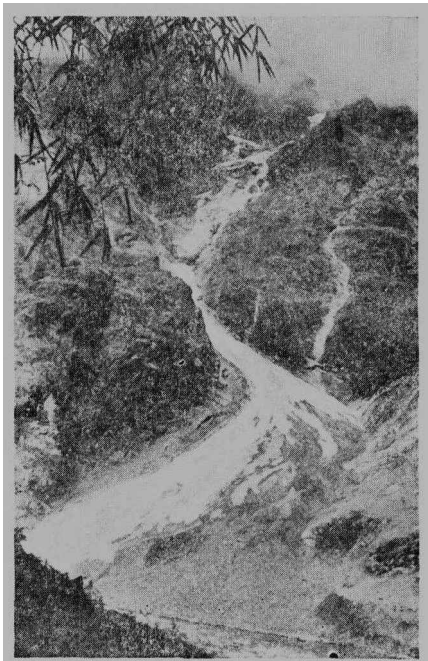
These topographic features of the Great Bend valley above-mentioned reflect controls exerted by geological structure system, which shows the great intensity of the new tectonic movement. A violent earthquake (8.5 grade), occurring in Cayu on August 15th, 1950, had a great influence on the geomorphology of Great Bend valley.

As regards the origin of the Great bend valley, we can classify the lower reaches of the Yarlungzangbo river into two parts. One is above the Parlunzango river. The valley is developed in a huge arcuate flalt zone with a big angle, where the northward drifting of the Indian Plate was thrust under the Eusian Plote. And below it, the valley adapts itself to a group of north-south to east-north trending fault zone. The Great Bend valley is an antecedent gorge developed along the tectonic fractional zone of different directions. It is erroneous to consider that the Yarlungzangbo river flowed westwards in the geological times and the Great Bend was an elbow of capture, as postulated by some authors.

杨逸畴 雅鲁藏布江大拐弯峡谷的地貌特征和成因



◀照片 1：耸立在大峡谷北侧的加拉白垒峰，海拔7151米。
（章铭陶摄）



照片 3：南迦巴瓦峰北侧山岭上的再生冰川和雪崩锥，它们前
端直达雅鲁藏布江边（海拔3100米）。▶

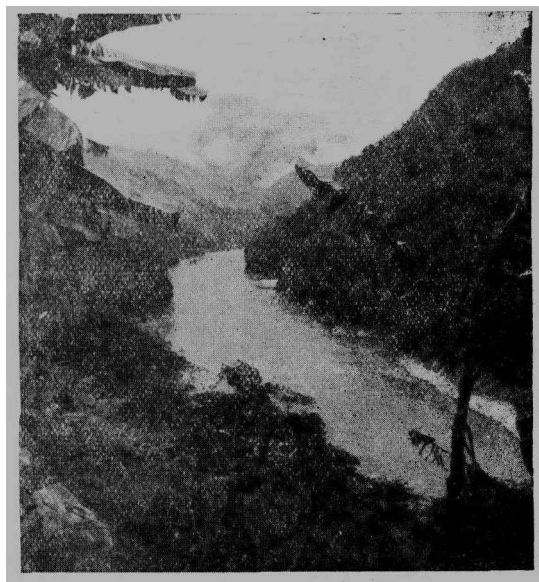


▲ 照片 2：雅鲁藏布江进入下游大拐弯，后景雪山是喜马拉雅山东端最高峰——南迦巴瓦峰（7756米）。

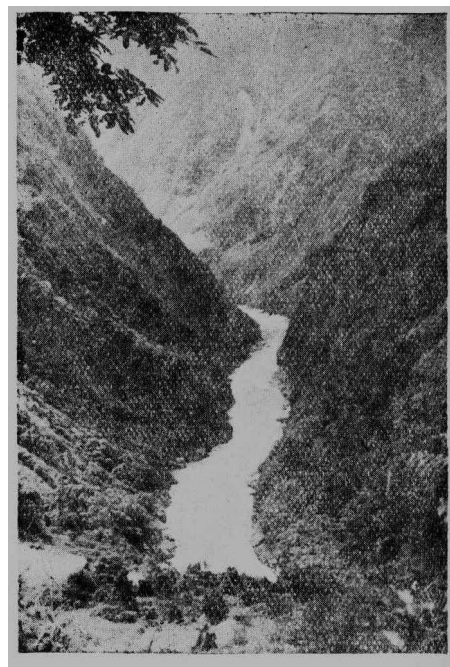
照片 4：南迦巴瓦峰北侧山岭上的现代冰川，冰舌已伸入到森林之中。

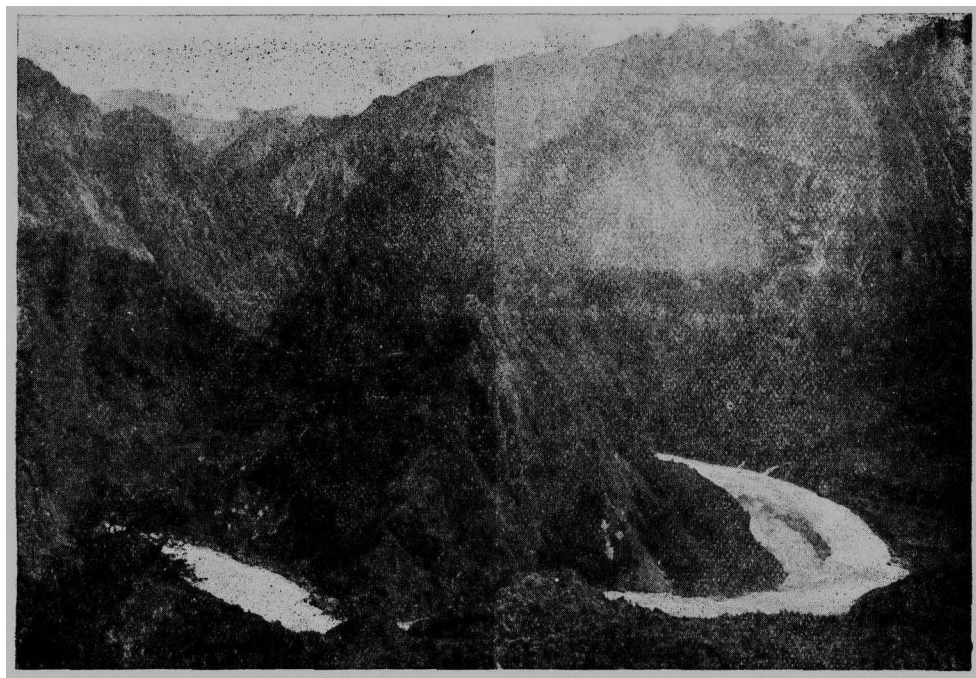


照片 5：地东—希让之间雅鲁藏布江的“V”形峡谷。

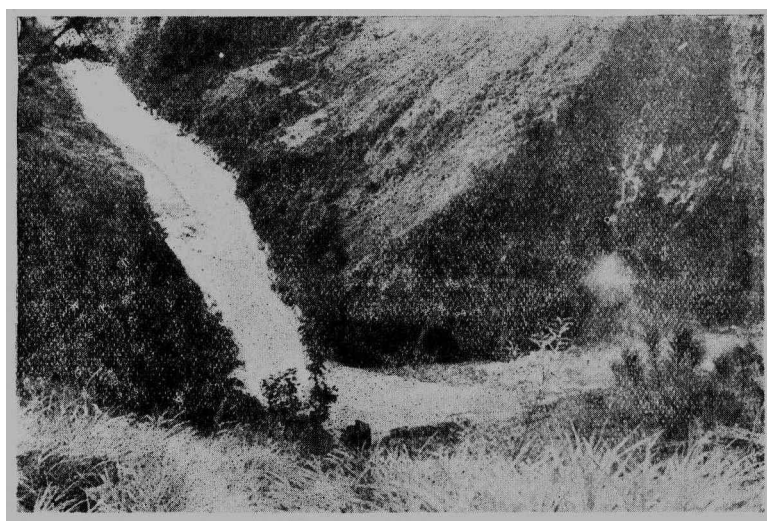


照片 6：加热萨一旁辛间雅鲁藏布江的“丫”形峡谷。





▲ 照片7：白马狗熊附近雅鲁藏布江的深切曲流和交错山咀。



▲ 照片8：金珠曲一加热萨间雅鲁藏布江作直角形拐弯一例。



▲ 照片 9：大峡湾中加嘎贡弄支沟崩塌体形成的泥石流(人民画报社供稿)。



▲ 照片10：旁辛附近雅鲁藏布江河谷与地层走向一致。基岩河床因差异侵蚀形成深槽。