

地震导致河流改道与古蜀文明的变迁

范念念, 吴保生, 刘 乐

(清华大学水沙科学与水利水电工程国家重点实验室, 北京 100084)

摘 要: 对三星堆文明的突然消亡, 至今没有令人信服的解释, 而岷江支流雁门沟, 沱江支流湔江及其上游支流白水河的特殊河流地貌, 尚未引起人们的重视。实地考察雁门沟、白水河及湔江, 通过其河流地貌特征推断白水河和湔江为断头河, 雁门沟为反向河; 再利用 3S 技术, 找到了光光山一带大规模滑坡遗迹, 从而判定岷江曾在今汶川雁门向东南流, 穿越光光山, 沿今白水河、湔江流向沱江。岷江及其支流杂谷脑河、雁门沟、文政沟的纵剖面特征, 也反映出河流曾发生过大的变迁。结合三星堆、金沙遗址考古资料以及历史文献的进一步论证, 最终得出发生于 1099 B. C. 的地震引起山崩、滑坡堵江, 进而引起河流改道, 并导致三星堆文明的消亡和金沙文明的传承, 以及杜宇时代的严重水灾。

关键词: 岷江; 沱江; 河流纵剖面; 地震; 河流改道; 三星堆; 金沙

中图分类号: X144 X4

文献标识码: A

三星堆遗址位于四川省广汉市城西鸭子河畔, 对古蜀文明的研究具有重要意义^[1,2]。距今约 3 000 a 前, 处于鼎盛时期的三星堆文明突然消亡, 而与之有许多相似特征的成都金沙文明出现, 这给人们留下了无数谜团, 至今没有令人信服的解释。在《蜀王本纪》、《华阳国志》等历史文献中, 记载了大约 3 000 a 前杜宇王时代的严重洪水, 以及鳖灵治水的传说, 这些洪水似乎可以与三星堆文明的突然消亡联系起来。例如, 刘兴诗认为杜宇时代的大洪水是导致三星堆文明突然消亡的原因^[3], 傅顺等认为当时成都平原发生了明显气候变化, 洪水冲毁三星堆文明^[4]。虽然这些研究成果还很难令人完全信服, 但为从洪水等古地理环境演变角度对三星堆文明消失的原因进行深入探讨提供了参考。

事实上, 关于从古地理环境演变如地震和洪水等突发环境事件对古文化发展的影响, 已有不少人做过研究。如任美镔认为 4 280 a 前太行山地区曾经发生一次强烈地震, 地震震出一个裂谷, 黄河洪水

很容易引到这个谷地, 大禹治水时的“山经河”和“禹贡河”主要是沿这一地震形成的谷地^[5]。在任美镔的研究基础上, 王若柏认为大约在 5 000 ~ 4 000 a B. P. 间, 华北地区发生了一次规模巨大的陨石雨撞击地面事件, 造成河道壅塞, 洪水频发。大禹治水就发生在这一时期^[6]。夏正楷等人的研究认为, 在距今 3 650 ~ 2 750 a 前后的齐家文化晚期, 喇家遗址所在的官亭盆地一带曾经发生过一起包括洪水、山洪和地震在内的大规模群发性灾害事件, 这场灾害给当地的人类文明造成了极大破坏^[7]。在夏正楷等人的研究基础上, 吴庆龙等人的进一步研究表明, 造成喇家文明毁灭的地震和洪水是密切联系的, 洪水不是一般的暴雨洪水, 而是地震导致山崩滑坡, 形成堰塞湖, 堰塞湖溃决形成的, 这场洪水洪峰流量相当于黄河该河段万年一遇洪水的 3 倍。并将灾害发生年代确定在约 1 730 B. C.^[8]。这些研究都说明, 地震引起的洪水及河流改道等突发环境事件对古文化的发展和消亡有着极为重要的影

收稿日期 (Received date): 2009-03-01; 改回日期 (Accepted): 2010-04-02

基金项目 (Foundation item): 1 清华大学自主科研计划课题 (2009THZ); 2 清华大学水沙科学与水利水电工程国家重点实验室自主研究课题 (2008-ZY-3)。[Supported by 1. Tsinghua University Self-Determined Research Plan Project 2. State Key Laboratory of Hydrosience and Engineering of Tsinghua University Self-Determined Research Project]

作者简介 (Biography): 范念念 (1988-) 男, 山东泰安人, 在读博士, 主要从事河床演变方面的研究。[Fan Niannian (1988-), male, born in Tai'an Shandong Province, doctor candidate, main research fields cover river dynamics] E-mail: fannian172@126.com

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

响。

目前,尚未见到地震导致岷江、沱江改道变迁及其与三星堆文明消失关系的研究。因此,笔者拟从相关区域的地质地貌特征等地理环境因素入手,探讨地震导致岷江与沱江的变迁,并结合历史、考古信息对改道变迁与三星堆文明消失的关系进行论证,为四川西部地貌环境发育和文物考古研究提供一条新的线索。

1 地震导致的岷、沱江改道变迁

1.1 研究区域地质条件

研究区域包括岷江上中游地区和沱江上游地区,主要位于四川成都市以北,见图 1。核心区域主要涉及汶川县城及雁门乡,彭州市龙门山镇、小渔洞镇、通济镇、新兴镇、丹景山镇等乡镇。根据大地构

造划分,该区为松潘—甘孜褶皱系,有松潘—平武和龙门山两条地震带贯穿,是地震高发区,地震基本烈度为 VII~VIII 度。岩体裂隙发育,历来多有山崩、滑坡、泥石流等发生^[9]。公元前 26 年以来,历史记载松潘—平武地震带 $M_s > 7$ 级地震 4 次,最大为 1933—08—25 茂汶(今茂县)7.5 级地震,龙门山地震带 6~6.9 级地震 5 次^[10],8.0 级地震 1 次,最大为 2008—05—12 汶川映秀 8.0 级地震。

1.2 白水河与湔江特征

湔江¹⁾为沱江上游西源,发源于彭州市龙门山镇九顶山红龙池,河长 123 km 流域面积 2 808 km²。出山口处位于彭州市丹景山镇,此处的关口水文站为控制站,控制流域面积 626 km²,多年平均流量 22.6 m³/s 关口以下进入成都平原,天然水系与人工堰渠交错^[11]。白水河为湔江上游支流,发源于光光山,在龙门山镇注入湔江,流域面积约 120 km²。

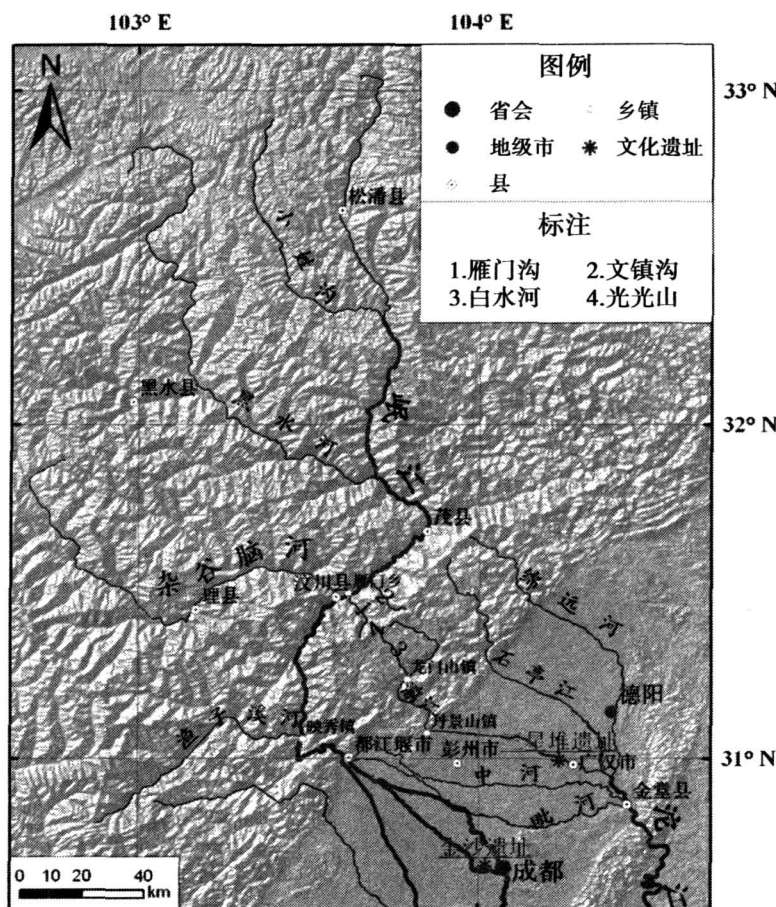
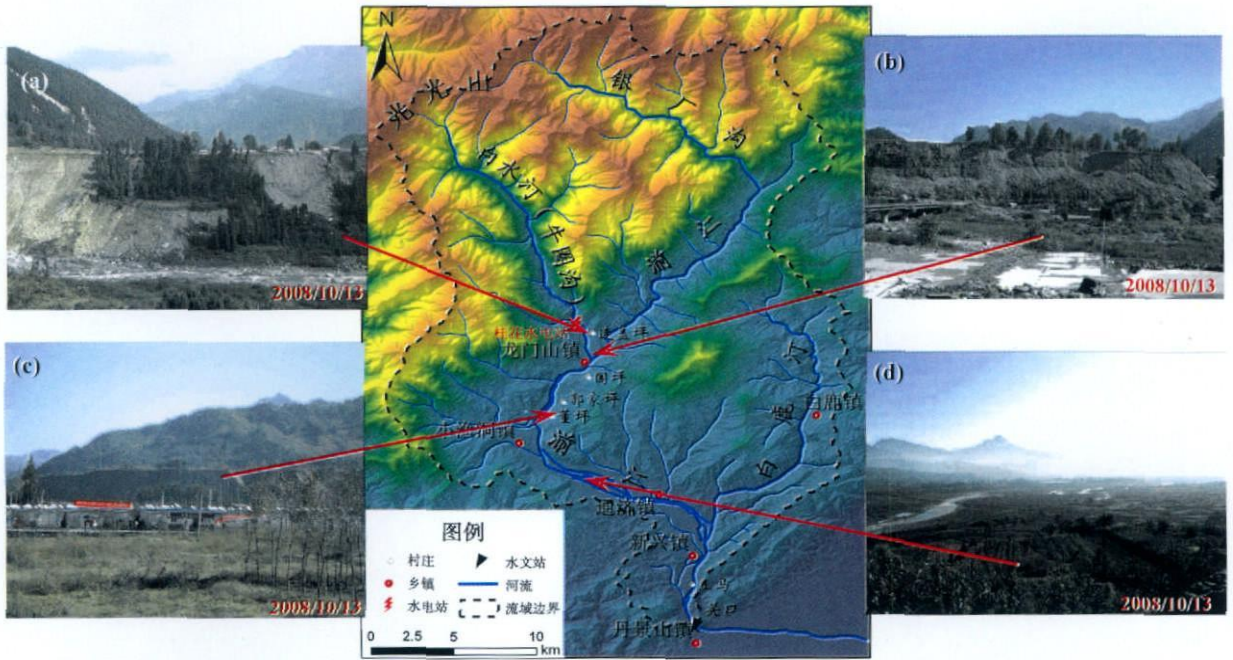


图 1 研究区域示意图

Fig 1 A Sketch Map of the Studied Region

1)流经平武县、松潘县、北川县、江油市、绵阳市等地的涪江支流通口河,以及都江堰市境内的岷江支流白沙河均有“湔江”的称谓。



(a) 龙门山连盖坪白水河左岸阶地; (b) 白水河口白水河左岸阶地; (c) 小渔洞镇董坪湔江左岸阶地; (d) 宽阔的湔江河谷
(a) The terrace in the left bank of Baishui River in Liangaping Longmenshan (b) The terrace in the left bank of Baishui River in the mouth of Baishui River (c) The terrace in the left bank of Jianjiang River in Dongping Xiaoyudong (d) The wide valley of Jianjiang River

图 2 湔江关口以上流域图

Fig 2 A Map of Jianjiang River Basin above Guankou

湔江关口以上流域详图如图 2 所示。

湔江关口以上虽然是山区河流,但白水河桂花水电站以下,除龙门山镇以东有一约 300 m 长的峡谷外,河谷均十分开阔,新兴镇止马段河谷宽近 1 000 m。河谷内卵石覆盖层深厚,河道流路散乱,河水流量较小,与宽阔的河谷极不相称,为一典型“不称河”。即使关口站设站处,也由于流路散乱,水文站控制性极差。

白水河为湔江支流,但在白水河桂花水电站以下,沿左岸的连盖坪、国坪、郭家坪、董坪,有一约 7 000 m 长的阶地 (见图 2),阶地在白水河口下游至白水河场以东的峡谷有一段 1 700 m 长的缺失,但总体上连续。阶地拔河高度自上游向下游递减,从连盖坪一带的约 60 m 减小到董坪处的约 20 m。

阶地组成物质主要是卵石,中间夹有细颗粒,层理明显;阶地长达约 7 000 m 且基本连续,阶地面平整。对于泥石流堆积物,不能在河流沿岸形成连续的阶地形态。而冰碛物一般属混杂堆积,由砾、砂、粉砂和粘土等组成,粒度相差悬殊,砾石磨圆度差,多呈棱角状或次棱角状,有的呈熨斗状或圆盘状,砾石表面可有磨光面、钉头形擦痕和压裂等冰川作用的痕迹^[12]。上述阶地上的堆积物显然不具有冰碛

物的特征,因此只能为河流沉积物。阶地上卵石量极大,且具有一定的磨圆度,无法由流域面积不足 130 km² 的白水河形成。

阶地由董坪一带向上游延伸至白水河中,而并不在白水河口处向湔江上游延伸,这说明白水河可能曾经为一大的河流,而今发源于银厂沟的湔江上游只是条小支流。

此外,现代沱江水流流速不大,但在金堂下游资阳和资中间的铜钟寺一带,阶地剖面中有巨砾遗存,且砾石层具有冲积物的一切特点^[13]。

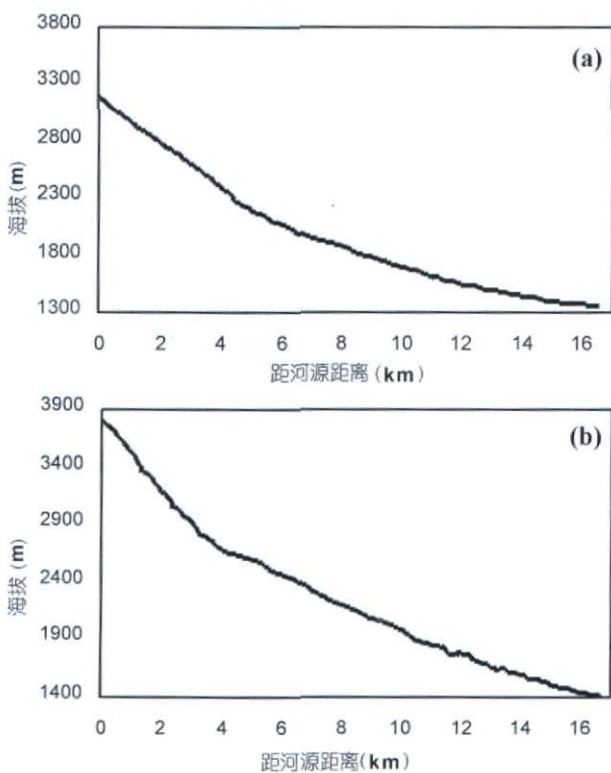
1.3 雁门沟特征

雁门沟为岷江左岸支流,沟口一带地势平坦,雁门乡主要分布在这片平地上。距沟口约 3 km 处的沟内有一险峻的大峡谷,狭窄处谷宽不足 10 m。两岸崖壁由石灰岩构成,最大山谷高差 400 m 以上。地震后峡谷中堆积了大量石灰岩碎块和粘土。

在山区有不少类似雁门沟这样的河沟,水量较小却能形成险峻的峡谷。如雁门沟东南十几公里处的龙门山银厂沟,同样在水量较小的情况下形成了险峻的峡谷。但对比发现,银厂沟峡谷谷底为基岩,非汛期水流也能铺满谷底,而雁门沟峡谷即使在地震前,谷底也有深厚的堆积物,且水流不能铺满谷

底,有乡村公路通过。峡谷一般是在河流强烈下切的情况下形成的,一般都切至基岩,且水流能铺满谷底。雁门沟峡谷谷底具有深厚的堆积物,且水流不能铺满谷底,具有这种特征是极不正常的。由此得知,这里很可能为岷江故道,雁门沟为反向河。

实地考察发现雁门沟靠近沟口的河段比降较缓。根据国家测绘局 2000—04版的 1:5万数字高程模型,可以绘制出雁门沟纵剖面,同时绘制与雁门沟相邻、长度和流域面积相近的岷江另一条支流文镇沟(见图 1)的纵剖面,如图 3所示。由图 3(a)、(b)两图对比可见,雁门沟的比降小于文镇沟,计算沟口以上 2 km河段的纵比降,雁门沟和文镇沟分别为 1.68%和 3.58%,文镇沟比降明显比雁门沟大。



(a)雁门沟 (b)文镇沟

(a) Yamen Ravine (b) Wenzheng Ravine

图 3 河流纵剖面图

Fig 3 Longitude Profiles of Rivers

1.4 岷江干流与杂谷脑河剖面特征

若岷江和沱江在光光山附近改道的结论正确,则杂谷脑河是原岷江上游干流,那么杂谷脑河与其河口以下的岷江连成的纵剖面图应更符合同一河流的特征。如图 4先做出岷江的纵剖面,然后在杂谷脑河口以上做出杂谷脑河的纵剖面(地形图来源:美国宇航局 STRM v3)。可见,从纵剖面特征来

看,杂谷脑河更符合岷江上游的特征,而今杂谷脑河口以上的岷江干流更像是另外一条河流。这也为本文论证提供了依据。

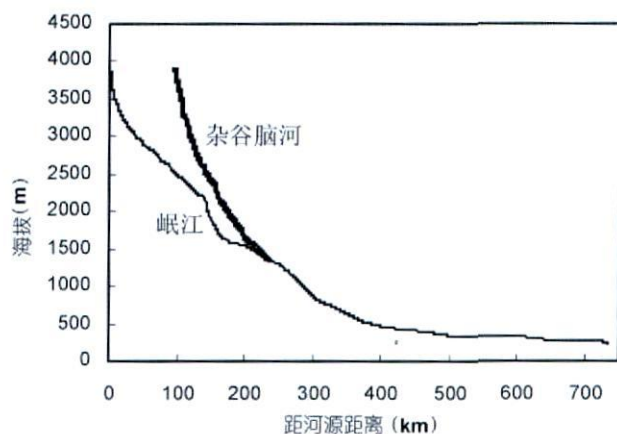


图 4 岷江和杂谷及河纵剖面对比图

Fig 4 Compared with Longitude Profiles of Minjiang River and Zagunao river

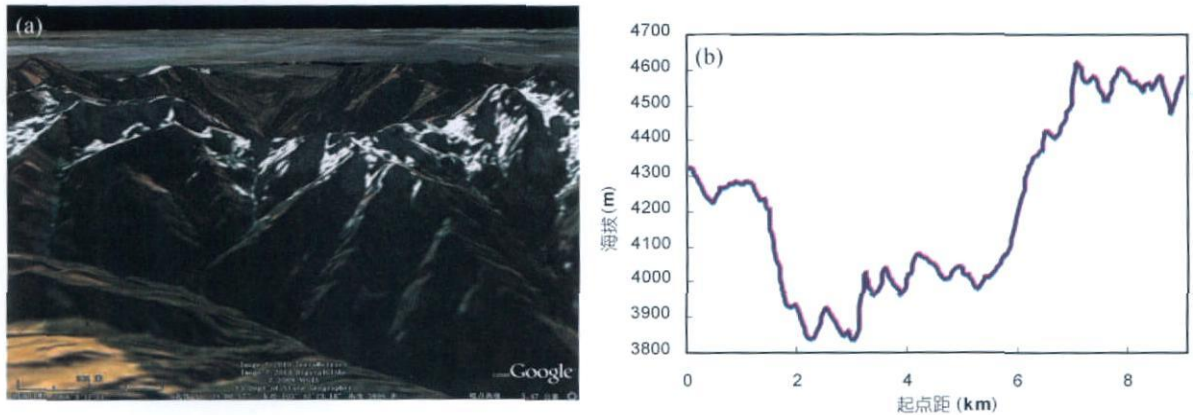
1.5 分水岭一带的特征

雁门沟与白水河的分水岭光光山山体雄厚,主要由元古界黄水河群下部岩组组成,岩性为流纹岩夹中酸性凝灰岩一角砾凝灰岩,东南麓有一正断层,由山体东北段向西南延伸至中断。主峰海拔 4 632 m 即使较低的垭口海拔也在 3 800 m。

光光山山体雄厚,两侧河流似乎不可能有过联系,但前面论述表明,光光山两侧的河流有明显的改道变迁特征。从高程上来看:岷江都江堰以上平均比降为 10.4%,湔江白水河口至关口间平均比降为 10.3%,雁门沟口处海拔为 1 350 m 而白水河出桂花电站处高程为 1 050 m 以两地之间原河道长 32 km计,则古岷江雁门沟口到今桂花电站之间的河段比降为 9%~10%,与岷江上游峡谷段以及湔江白水河口至关口段的比降基本一致。

查看分水岭处的 Google earth图,如图 5(a)所示,可见分水岭处中间比两侧低,有明显垭口形态。根据国家测绘局 2000—04版的 1:5万数字高程模型,绘制分水岭剖面,如图 5(b),可见垭口最低处与右侧山体高差达到 800 m 与左侧山体高差约 500 m。

如图 5(b),右侧山体比左侧山体高,因此更有可能是右侧出现滑坡。分水岭一带 Google earth的平面图如图 6所示,可见有一长约 7 km的明显滑动面,是滑坡的有力证据。



(a) Google earth 图(视角:南偏东 25°) (b)分水岭剖面图
(a) A picture from Google earth(SE 25°) (b) Profile of the divide

图 5 雁门沟与白水河分水岭

Fig. 5 Divide of Yanmen Ravine and Baishui River

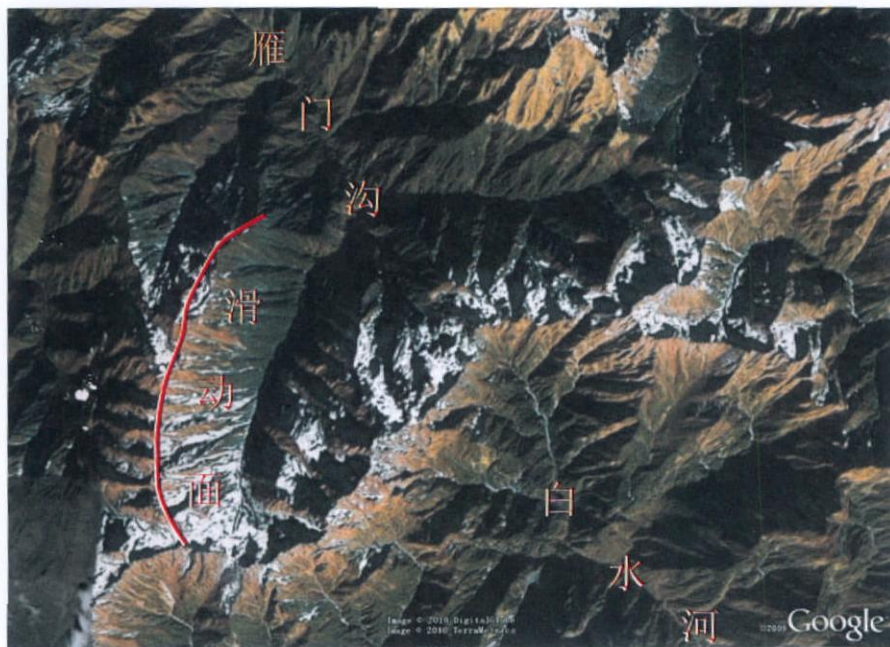


图 6 分水岭滑坡示意图

Fig. 6 A Sketch Map of the Landslide near the Divide

这样规模的滑坡是完全有可能形成的。地球上已知最大的滑坡位于美国加利福尼亚沙斯塔古火山地区。岩屑堆积物从沙斯塔山开始,沿谷地延伸 43 km 覆盖了至少 450 km² 的面积,体积达 2.6×10¹⁰ m³。伊朗西南赛达曼热地区史前时期的一个大滑坡,体积大约 2.1×10¹⁰ m³,从高处落下,远程运动 15 km,席状碎屑流覆盖面积达 165 km²^[14]。而滑坡阻塞河流,往往会形成堰塞湖。如 1911-02-18,帕米尔中部发生 7.4 级强烈地震,塔吉克斯坦东南部穆尔加布 (Murgab) 河右岸发生巨大滑坡,体积

约 2×10⁹ m³,形成萨雷兹 (Sarez) 堰塞湖,堰塞坝坝高 600 m 湖长 60 km 最大水深达 550 m^[15]。2008-05-12 汶川大地震中,在安县境内形成了大光包-红洞子沟巨型滑坡,体积达 7.42×10⁸ m³,滑坡截断红洞子沟,形成堰塞坝,最大坝高 690 m,是世界迄今已知的最高堰塞坝^[16-17]。

对于光光山一带的滑坡体,距今雁门沟沟口的河道长度只有 13 km 该河段平均比降为 10‰~11‰,则堰塞坝使水位抬高 140 m,回水即可到达今雁门沟口。

在上述论证的基础上,可得出如下推论:地震引发滑坡,阻塞光光山峡谷,形成堰塞湖。堰塞湖没有溃决,而是湖水水位上涨后,从雁门至汶川一带低矮的分水岭溢出,冲出一条河道,在汶川与杂谷脑河汇合,从而引起了河流改道,原堰塞体保留下来。该区域处于地震多发区,有历史记载的地震就有多次,堵江之后水流切断,通过水流的物质输送过程中断,再发生的地震引起的崩塌滑坡促使原岷江河谷被不断填埋,至今在分水岭附近已无明显的古河道遗迹。该堰塞湖与一般堰塞湖的最大区别在于堰塞坝具有较大的坝高,而周围分水岭相对较低,在湖水上涨至堰塞坝坝顶之前,就从分水岭溢出,产生了河流改道变迁。

2 岷、沱江改道与三星堆文明消失的关系

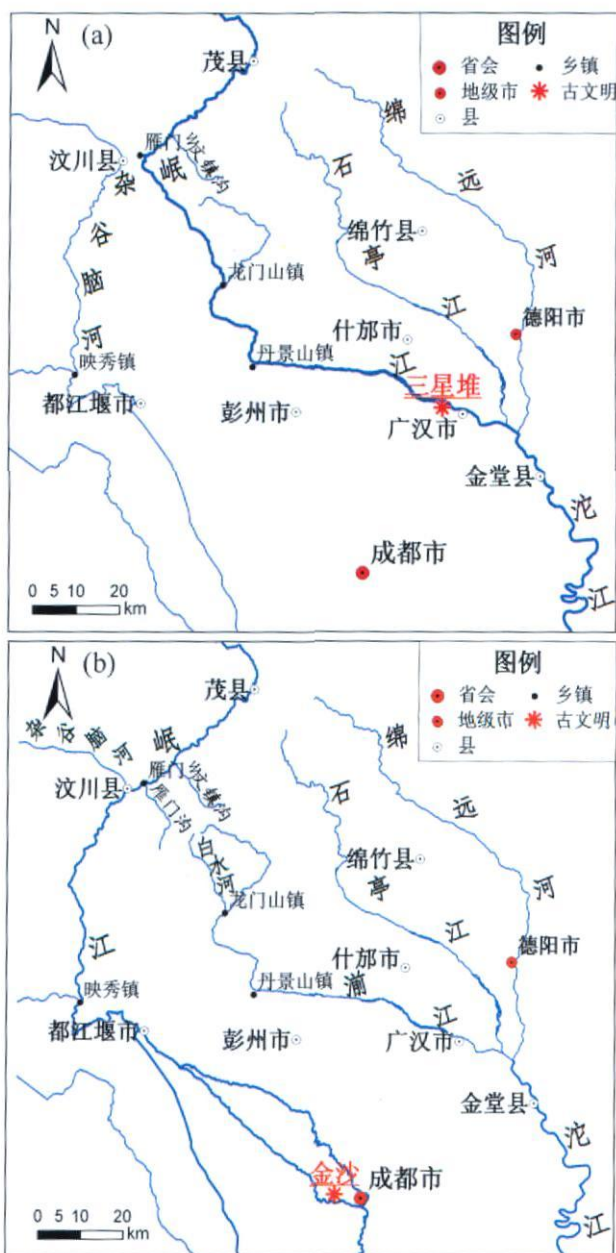
2.1 三星堆文明的消亡与金沙文明的兴起

关于三星堆文明突然消亡的原因,当今最普遍的观点是政治中心的迁移^[18]。但诱发政治中心迁移的因素是什么?有人认为是洪水,有人认为是战争。前者的主要依据是三星堆文化层之上厚约 20~50 cm 的洪水积淤泥沙^[19],后者的主要依据是二号器物坑埋的是代表权位的金杖、生活中使用的贵重铜器、代表祖先的神位和代表财富的象牙。这些文物是十分贵重的,古蜀王这次祭祀后不可能就不再需要威慑的权杖,不再生活宴饮,不要祖先、财富,而天灾突然降临,蜀人无法较为从容地埋葬这些宝藏,因此这只能是蜀人在战争临败亡之际匆匆忙忙埋下的^[20]。

在不考虑岷沱江变迁的情况下,三星堆以上为流域面积较小的山区河流,且当时人工渠系远没有当今发达,洪水陡涨陡落,先民们难以在短暂的洪水涨水段将如此多的器物从容地埋葬在二号坑。而从出土的成品和半成品推断,这些似乎是突然主动放弃的结果,遗址出土的文物和房屋遗迹都保存得很好,也证明遗址是突然主动放弃的,并无战争的痕迹^[21]。因此两个观点相互矛盾,都不能做出合理解释。

结合本文第二部分的分析,可以从河流变迁方面给予合理的解释,如图 7(由于平原河流多改道,因此本图不保证岷江都江堰以下河流形态完全准确)。古老的岷江穿过光光山,沿今湔江流向沱江,

先民们在岷江畔的三星堆创造着灿烂的文明。而大约 3 000 a 前,龙门山一带突然发生了一次强烈地震,导致山崩、滑坡,岷江光光山峡谷被堵塞,古岷江光光山以下几近枯竭。地震并未直接毁灭三星堆文明,但先民可明显感受到大地晃动,并且地震后江水很快枯竭,这一系列现象是先民们从未遇到过的。虽然三星堆一带降水比较丰沛,但高度的农耕文明已产生了对灌溉的强烈依赖,江水枯竭对先民生存无疑是毁灭性打击,先民们便举行了盛况空前的祭



(a)改道前; (b)改道后

(a) Before the River Avulsion (b) After the River Avulsion

图 7 改道前后示意图

Fig 7 A Sketch Map of before and after the River Avulsion

祀活动。对上天的虔诚并不能改变这一切, 于是先民们被迫丢弃大量物品, 开始迁移, 去寻找大江的方向。终于他们在今成都金沙遗址处找到了过去的大江, 并在这里定居下来, 创造了灿烂的金沙文明。

笔者认为通过现有的水系对三星堆进行相关的分析是目前研究中的一个误区。湔江自关口出山区进入平原, 即有许多天然或人工的分支。自唐代有分支弥蒙水和马蹄水的记载以来, 历史文献中, 包括引入的支流, 最多的曾记载有 9 条分支, 自东向西依次为鸭子河、小石河、马牧河、濛阳河、小濛阳河、白土河、新润河、新开河、清白江, 今以鸭子河为主河^[11 21]。在考察途中, 三星堆遗址处一位老人介绍说, 大约 200 a 前, 主河为马牧河, 而非鸭子河。传说马牧河中有 9 条蛟龙, 蛟龙作怪致使山崩堵河, 使得马牧河失去主河地位。因此, 起码自唐代以来, 由于人工引水, 湔江出山口以下的河道发生多次变迁, 三星堆文明时期当地平原地区的河网形态与今日相差甚远。

2.2 杜宇时代的洪水

具有神话传说色彩的文献记载了杜宇时代成都平原的罕见洪水。一般传说只是历史的影子, 本身并非信史^[23], 但考古发现这一时期古蜀国城市文化遗址, 与传说和神话勾画出的蜀时代更替基本一致^[23]。同时考古已发现成都方池街一带都江堰建堰之前开明氏时期的治水工程遗址^[20 23], 因此这些记载是具有一定可靠性的。《蜀王本纪》载“时玉山出水, 若尧之洪水, 望帝不能治, 使鳖灵决玉山, 民得安处”, 《华阳国志·蜀志》载“会有水灾, (望帝) 其相开明决玉垒山以除水害”。大洪水与三星堆文化的消亡发生在同一时期。关于全球气候变化的研究表明, 3 000 a 前至 2 700 a 前中国处于全新世以来的第四寒冷期, 大部分寒冷期气候以干旱为主^[24]。目前关于三星堆的研究多认为当时气候变得干冷, 持续性干燥伴以突发性洪水, 洪水冲毁三星堆文明^[3 4 21]。

实际上, 气候变化方面的研究往往对实际情况过于夸大。如 Yancheva G 等人研究认为唐朝最后 30 a 冬季风强, 因此夏季风弱, 导致降水减少, 粮食大幅减产, 农民起义爆发, 从而导致了唐朝灭亡^[25]。但很快 Zhang D 等人提出异议, 认为中国大陆冬季风和夏季风强度是呈正相关关系的, 唐朝最后 30 a 冬季风强, 因此夏季风也强, 这 30 a 间夏季湿润多雨, Yancheva G 等人的观点是错误的^[26]。

对于气候变化导致三星堆消亡的解释也是欠妥当的。首先, 气候变得干冷, 气象灾害以旱灾为主, 即使现今灌溉系统较完备的成都平原, 旱灾对农业生产的威胁也要大于水灾。而当时对旱灾的记载却明显比水灾少。其次, 《华阳国志·蜀志》中说到“玉垒山”, 《蜀王本纪》中“玉山”即“玉垒山”, 即两文献都特别强调洪水来源于今岷江出山口处的玉垒山。成都平原一带的暴雨洪水常常是大范围的, 当时政治中心仍在广汉三星堆, 暴雨洪水的记载应重点强调来源于湔江出山口处。文献记载强调洪水来源于玉垒山, 而不是对政治中心影响更大的湔江出山口, 现有的研究是难以解释的, 一个“出”字, 也体现了洪水极不正常。因此, 造成杜宇时代洪水的主要原因应是河流改道, 而非气候变化。河流改道使今岷江出山口处水量大大增加, 是引起杜宇时代严重洪水的原因, 直到 800 多年后都江堰修建, 才基本解决这一问题。

3 历史文献的进一步考证

3.1 地震年代的确定

三星堆和金沙创造了灿烂的文明, 但没有文字, 这给考古工作带来诸多不便。而同一时期, 中原一带的历史事件已有较多记载。由于地质构造的特点, 若龙门山一带发生大地震, 那么陕西关中地区会有较明显震感。

《今本竹书纪年》记载“商帝乙三年六月, 周地震”, 而《吕氏春秋》卷六《制乐篇》记载“周文王立国八年, 岁六月, 文王寝疾五日而地动, 东西南北, 不出国郊, 群臣皆恐”^[27]。

随着夏商周断代工程的进展, 已可以断定商帝乙三年即周文王立国八年, 即 1 099 B. C.。当时周都城在周原, 位于今陕西宝鸡下辖的岐山和扶风两县交界一带。从记载来看, 陕西关中有明显震感, 但震害不严重, 震中没有记载。这次地震与三星堆突然消亡的时间一致, 因此, 这场地震的震中很可能在龙门山一带, 该地震就是前文假设的引起岷江改道的地震。

3.2 岷山导江, 东别为沱

公元前六、七世纪成书的《尚书·禹贡》记载“岷山导江, 东别为沱”, 目前有多种理解, 较有代表性的理解为大禹在岷江出岷山口处开挖向东去的河流, 以分引成都平原的部分洪水, 向东去的分洪河流

成为沱江^[28]。

据专家考证,大禹治水的地域,在今河北、河南两省东部,山东西部和南部,江苏、安徽的淮北部分。后来人们把古时的许多重要水利活动,甚至将一些自然力创造的奇迹,都附会在大禹身上^[29]。因此“岷山导江,东别为沱”并非大禹的作为,更可能描述了一种自然现象。

从另一方面来看,“为”字解释不妥当。今北河、中河和毗河在金堂县赵镇交汇(如图1),下游称沱江,北河由沱江上游三源(绵远河、石亭江和湔江)及其渠系汇合而成,中河和毗河上源分别为都江堰内江四水系之中的蒲阳河和柏条河。据水文观测资料,岷江引入沱江的年水量约为 $25 \times 10^8 \text{ m}^3$,而赵镇下游十几公里处的沱江三皇庙水文站年径流量为 $76.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ ^[7]。中河、毗河水量之和明显不及北河大,何况古代沱江上游灌溉用水比现在小得多,而都江堰自建堰以来,多次扩大了向沱江流域的引水规模。所以,在不考虑岷、沱江改道变迁的情况下,古代北河水量比现在大,而中河和毗河的水量比现在小得多,甚至没有现在的河流。即岷江分水并不是沱江上游径流的主要来源,古人不会做出当今理解的那种描述,“为”字解释不通。

明代徐霞客之前,人们认为岷江为长江上游,江即为长江的简称。《尚书·禹贡》成书年代比三星堆突然消亡的时代晚三、四百年,“岷山导江,东别为沱”更可能描述了岷江与沱江的改道变迁,这句话的正确解释为:岷山一带的河流流向发生了变化,从而形成长江,向东去的河流被阻断,与原河流分别的新河称为沱江。

4 结论与展望

1. 古岷江曾在今汶川雁门一带向东南方向流,穿过光光山,并沿今白水河、湔江流向沱江。今日的雁门沟为反向河,白水河和湔江为断头河。

2. 公元前1099年的地震引发了山崩、滑坡,形成堰塞湖,导致古岷江光光山峡谷阻断,光光山以下成为断头河。堰塞湖湖水上涨并在雁门与汶川县城间的低矮分水岭溢出,向西南流向汶川县城与杂谷脑河交汇,形成了今日岷江上游的水系形态。

3. 这次河流改道,使流经三星堆的古岷江枯竭,而今都江堰玉垒山出山口水量急剧增大。这一系列变化是引起三星堆文明消亡与金沙文明兴起的

原因,也是造成传说中古蜀国罕见大洪水的原因。直到都江堰建设之前,这次河流改道引起的洪水仍然对成都平原影响严重。“岷山导江,东别为沱”正是记述了这次河流改道变迁。

4. 彭州龙门山镇至汶川雁门镇三等级公路的修建已提上日程,该公路沿白水河、雁门沟修建,并需要在光光山开挖隧道。此公路的勘测、修建有望在地学以及考古学方面进一步论证本文提出的观点。而金沙遗址的考古工作还没有完成,相信随着金沙考古的进行以及其他古蜀遗址的发现,本文提出的观点可以得到进一步的证实。

致谢:彭强、黄强、钟强等同学参与了部分考察;考察过程中彭州市龙门山镇政府提供了部分资料;清华大学水利系王兆印教授、北京矿产地质研究所王旭昭研究员、中科院成都山地所程根伟研究员和四川大学水电学院张文江老师对本文提出了宝贵意见;清华大学水利系王兴奎教授提供了地形图。特此致谢!

参考文献 (References)

- [1] Xu J. The Enigmatic Art of Sanxingdui [J]. *Natural History* 2001 110(9): 72~79
- [2] Li Si. "Icons of Human—Symbolizing—god" and "Magnifying Human Nature Through God Icons": the Aesthetic Features of the Human Icons of Sanxingdui Culture Relics [A]. In 2008 9th International Conference on Computer—Aided Industrial Design & Conceptual Design (CAID/CD) [C]. Kunming China 2008: 1174~1179
- [3] Liu Xingshi. Sanxingdui Civilization and ancient geographic environment [J]. *Journal of Chengdu University of Technology (Social Sciences)*, 2005 13(1): 1~6 [刘兴诗. 三星堆文明与古地理环境 [J]. 成都理工大学学报(社会科学版), 2005 13(1): 1~6]
- [4] Fu Shun, Wang Chenshan, Liu Xingshi et al. Study on Sanxingdui Civilization's mysterious disappearance from environment changes [J]. *Journal of Chengdu University of Technology (Social Sciences)*, 2003 11(1): 1~6 [傅顺, 王成善, 刘兴诗, 等. 三星堆古文明神秘消失的环境演化研究 [J]. 成都理工大学学报(社会科学版), 2003 11(1): 1~6]
- [5] Ren Meie. The great earthquake in 4 280 a B. P. and early course of the Lower Yellow River, China [J]. *Scientia Geographica Sinica* 2002 22(5): 543~545 [任美锷. 4 280 a B. P. 太行山大地震与大禹治水后(4 070 a B. P.)的黄河下游河道 [J]. 地理科学, 2002 22(5): 543~545]
- [6] Wang Ruobai. Northward removal channels of the Huanghe River and prehistoric disaster event—Discussion with Mr. Ren Meie [J]. *Scientia Geographica Sinica* 2005 25(3): 294~298 [王若柏. 黄河北流河道变迁与史前的灾害事件 [J]. 地理科学, 2005 25(3): 294~298]

- [7] Yang XY, Xia ZK, Ye ML. Prehistoric disasters at Lajia Site Qinghai, China[J]. Chinese Science Bulletin 2003 48(17): 1877 ~1881 [夏正楷, 杨晓燕, 叶茂林. 青海喇家遗址史前灾难事件[J]. 科学通报, 2003 48(17): 1200 ~1204]
- [8] Wu QL, Zhang PZ, Zhang H R et al. A Palaeo—Earthquake induced damming and bursting of Yellow River and the abnormal flood that destroyed Lajia Reliq[J]. Sci China Ser D—Earth Sci. 2009 39(8): 1148 ~1159 [吴庆龙, 张培震, 张会平, 等. 黄河上游积石峡古地震堰塞决洪事件与喇家遗址异常古洪水灾害[J]. 中国科学, 2009 39(8): 1148 ~1159]
- [9] Hong Qingyu. Annual of Yangtze River (Volume of Programming) [M]. Beijing: China Hydropower Press, 2007: 210 ~213 [洪庆余. 长江志·规划[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007: 210 ~213]
- [10] Hong Qingyu. Annual of Yangtze River (Volume of Project Geology Reconnaissance) [M]. Beijing: China Hydropower Press, 2007: 102 ~107 [洪庆余. 长江志·工程地质勘查[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007: 102 ~107]
- [11] Hong Qingyu. Annual of Yangtze River (Volume of River Systems) [M]. Beijing: China Hydropower Press, 2007 [洪庆余. 长江志·水系[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007]
- [12] Yu Linqing, Cai Qing'e. Experimental investigation of anchorage engineering on glacial till slope[J]. Journal of Mountain Science 2007 25(1): 99 ~102 [喻林青, 蔡庆娥. 冰碛物滑坡中的锚固工程试验[J]. 山地学报, 2007 25(1): 99 ~102]
- [13] Liu Xingshi. Quaternary deposits of Sichuan Basin[M]. Chengdu: Sichuan Scientific Technology Press, 1983: 98 ~140 [刘兴诗. 四川盆地的第四系[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1983: 98 ~140]
- [14] Cheng Qiangong, Zhang Zhuoyuan, Huang Runqiu. Study on dynamics of rock avalanches state of the art report[J]. Journal of Mountain Science 2007 25(1): 99 ~102 [程谦恭, 张倬元, 黄润秋. 高速远程崩滑动力学的研究现状及发展趋势[J]. 山地学报, 2007 25(1): 72 ~84]
- [15] Schuster RL, Alford D. Usoi landslide dam and Lake Sarez, Pamir Mountains, Tajikistan[J]. Environmental & Engineering Geoscience 2004 10(2): 151 ~168
- [16] Huang Runqiu, Pei Xiangjun, Li Tianbin. Basic characteristics and formation mechanism of the largest scale landslide at Daguangbao occurred during the Wenchuan earthquake[J]. Journal of Engineering Geology 2008 16(6): 730 ~741 [黄润秋, 裴向军, 李天斌. 汶川地震触发大光包巨型滑坡基本特征及形成机理分析[J]. 工程地质学报, 2008 16(6): 730 ~741]
- [17] Huang Runqiu, Pei Xiangjun, Zhang Weifeng et al. Further examination on characteristics and formation mechanism of Daguangbao landslide[J]. Journal of Engineering Geology 2009 17(6): 725 ~736 [黄润秋, 裴向军, 张伟锋, 李世贵, 李必良. 再论大光包滑坡特征与形成机制[J]. 工程地质学报, 2009 17(6): 725 ~736]
- [18] Robert B. Ancient Sichuan: Treasures from a Lost Civilization [M]. Princeton: Princeton University Press, 2001
- [19] Li Xiang. From Sanxingdui to Jinsha—Looking for disappeared Sanxingdui Civilization[J]. Chinese Literature and History 2006 (8): 122 ~127 [林向. 从三星堆到金沙——寻找失落的三星堆古城[J]. 文史知识, 2006 (8): 122 ~127]
- [20] Xu Pengzhang. Corpus of History and Archaeology in Sichuan [M]. Chengdu: Sichuan University Press, 2005 [徐鹏章. 四川历史考古文集[M]. 成都: 四川大学出版社, 2005]
- [21] Fu Shun, Ye Qingpei, Wang Chengshan et al. On environmental evolution of disappearance of Sanxingdui Civilization[J]. Geological Science and Technology Information 2005 24(3): 43 ~47 [付顺, 叶青培, 王成善, 等. 三星堆文明消失原因的古环境因素探讨[J]. 地质科技情报, 2005 24(3): 43 ~47]
- [22] Peng Shuming, Xiao Fan, Tan Xuming. History of Dujiang Weir [M]. Beijing: China Science Press, 2004 [彭述明, 肖帆, 谭徐明. 都江堰史[M]. 北京: 科学出版社, 2004]
- [23] Pen Bangben. A primarily study of ancient hydraulic conception—on the point of regulating flood in ancient Shu and its influence [A]. In: Proceedings of the commemoration of Dujiang Weir's building for 2260 Years International Forum[C]. Beijing: China Hydropower Press, 2005: 146 ~152 [彭邦本. 从大禹到李冰: 上古水利理念初探——以古蜀治水史迹及其影响为中心[A]. 见: 纪念都江堰建堰 2260 周年国际学术论坛论文选编[C]. 北京: 中国水利水电出版社, 2005: 146 ~152]
- [24] Arie S. Issar. Climate Changes during the Holocene and their Impact on Hydrological Systems[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2003: 61 ~80
- [25] Yancheva G, Novaczyk NR, Mingers J et al. Influence of the intertropical convergence zone on the East Asian monsoon[J]. Nature 2007 445(4): 74 ~77
- [26] Zhang D, Lu LH. Anti-correlation of summer/winter monsoons[J]. Nature 2007 450(15): E7 ~E8
- [27] Yuan Zuliang. General history of disasters in China (Volume of Pre-Qin Dynasty) [M]. Zhengzhou: Zhengzhou University Press, 2008 [袁祖亮. 中国灾害通史 先秦卷[M]. 郑州: 郑州大学出版社, 2008]
- [28] Jin Jingfang, Lv Shagang. New explanation of "Shangshu (Volume of Yuxiashu)" [M]. Shenyang: Liaoning Ancient Books Press, 1996 [金景芳, 吕绍纲. 《尚书·虞夏书》新解[M]. 沈阳: 辽宁古籍出版社, 1996]
- [29] Gu Hao. China's Water Governance in Historical Perspective (Second Edition) [M]. Beijing: China Hydropower Press, 2006 [顾浩. 中国治水史鉴 (第二版)[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2006]

River Avulsion by Earthquake and the Transition of Ancient Shu Civilization

FAN Niannian WU Baosheng LIU Le

(State Key Laboratory of Hydrosience and Engineering Tsinghua University Beijing 100084 China)

Abstract No convincing explanations has been figured out on the sudden extinction of Sanxingdui Civilization currently while insufficient attention has been paid to the special geomorphologic characters of Yamen Ravine (a tributary of Minjiang River), Jianjiang River and Baishui River (a tributary of Jianjiang River). According to the field investigations conducted in Yamen Ravine, Baishui River and Jianjiang River, it proves that Baishui River and Jianjiang River are beheaded rivers and Yamen Ravine is a reversed river. Applying 3S technology, relic of massive landslide was found. All the demonstrations above prove that Minjiang River once flowed southeast in Yamen at Wenchuan County into Tuojiang River through Mount Guangguang along Baishui River and Jianjiang River. The profiles of Minjiang River, Zagunao River, Yamen Ravine and Wenzheng Ravine also demonstrate that avulsion once happened. In line with historic record and archaeological materials, it is concluded that great earthquake in 1099 B. C. triggered landslide, Minjiang River was dammed and avulsion happened. The avulsion resulted in the subsequent extinction of the Sanxingdui Civilization and the heritage of Jinsha Civilization, as well as the serious floods in Duyu Kingdom Periods.

Key words Minjiang River, Tuojiang River, longitudinal profile, earthquake, avulsion, Sanxingdui and Jinsha Civilization