



殷商时期高分辨率的生态环境重建

◆ 王树芝

◆ 岳洪彬

(中国社会科学院考古研究所)

◆ 岳占伟

摘要: 自然环境及其演变不仅对于塑造文化的区域特色起着重要的作用,而且深刻地影响了文化的进程。商代是中国历史上的第二个重要朝代,生态环境对其形成和发展起着重要的作用。通过对安阳殷墟刘家庄北地出土的大于4mm的12979块木炭样品进行鉴定,这些木炭分别属于18种木本植物,其中落叶的栎属出土概率最高,表明落叶的栎属是当地的优势种,对群落环境起主要作用。通过对鉴定出的木炭树种进行共存因子法分析,结果表明,商代晚期年均温(MAT)为7.4℃~15.9℃,年降水量(AP)为620~1200毫米,湿润指数(IM)为-14.2~52.6。对树种的生态特性和共存因子法分析表明,商代晚期气候与现今并没有明显的不同。通过对遗址出土的大块木炭进行树轮年代学研究,重建了商代晚期的降水量,结果表明商代晚期气候是波动的,既有干旱时期,又有湿润时期。商代晚期后段气候不是干旱,反而降雨量更大。重建结果与考古学研究结果大体相同,指示水患有可能是商都毁弃的一个重要原因。该研究为重建殷商时期的生态环境提供了契机,为探求“自盘庚徙殷至纣之灭,二百七十三年更不徙都”的原因以及周武王时,周起兵攻商,商王朝就此灭亡的原因,提供了高分辨率的环境背景信息。

关键词: 刘家庄北地 殷墟 木炭分析 树轮分析 生态环境

Abstract: Both the regional characteristics and progress of culture are affected by ecological environment. Shang dynasty is the second important dynasties in China history and ecological environment has important role on its formation and development. 12979 charcoal fragments, more than 4mm, excavated from Liujiashuangbeidi site in Yinxu, Anyang province, were identified and belonged to 18 species, in which the oak took account of the highest probability. The deciduous Quercus was the local dominant species and played main role on the community environment. By the aid of Coexistence Approach, the annual mean temperature (MAT) was 7.4~15.9℃, the annual precipitation (AP) 620~1200 mm, and moisture index (IM) -14.2~52.6 in late Shang dynasty. Ecological characteristics of species and results of Coexistence Approach indicated that the climate was not significantly different both in late Shang Dynasty and in modern time. By means of dendrochronology of a lot of big lump charcoals, the precipitation reconstructed in late Shang Dynasty, showed that it was bigger in the late segment of one and indicated that it is flood during late Shang period that was one of the important reasons of the site being abandoned. The reconstruction of the ecological environment of the Shang period provided high resolution environmental information and an opportunity to explore the reason of that the late Shang city did not change during 273 years from Pangeng settling in Yin to being abandoned at Zhou period.

Key words: Liujiashuang Locus North Yinxu charcoal analysis dendrochronology ecological environment

自然环境为人类的生存发展提供了活动空间和物质基础。自然环境及其演变不仅对于塑造文化的区域特色起着重要的作用,而且深刻地影响了文化的进程。商代是中国历史上的第二个重要朝代,生态环境对其形成和发展起着重要的作用。

关于殷商时期的生态环境有两种决然不同的观点。罗振玉依据考古出土的象牙、镞刻象牙礼器、卜辞,王国维依据典籍《吕氏春秋·古乐篇》中的记载,徐中舒依据甲骨文有关象字的出现和古史中的传说,胡厚宣依据卜辞中所载降雨、降雪、获象、捕兕

的刻辞和殷墟发掘出土的动物标本，丁骝依据对黄河冲积量和黄土被蚀去容积的估算，杨钟健、刘东生依据殷墟出土之哺乳动物，竺可桢依据植物物候期等，施雅风依据孢粉与古植物、野生动物、古土壤、古湖泊、古冰川以及与冰芯、海侵与考古等资料，都认为殷商时期气候温暖湿润。唐际根等通过对殷墟以西姬家屯遗址中的西周文化层下伏生土的样品磁化率测定、孢粉分析、古土壤微结构分析以及气候和植被比较研究，得知殷商时期气候温和适宜，降水、气温均比当今略高，类似于今天的长江流域。而甲骨学家董作宾认为“骨化石所提出者，不过是一种意见，而卜辞是不能证实，也还有许多问题”，坚持认为殷代安阳的气候与今世的安阳实在无甚差异。此外，朱彦民从考古发现和甲骨文反映的殷墟文化各期生态资料的数量变化，并结合文献记载的“象之南迁”、“涇水一日三绝”、“河竭而商亡”以及“雨土于亳”等材料来看，商代晚期中原地区气候开始变冷变干，土壤变质，旱灾频仍，沙尘暴时起，植被减少，野生动物灭绝、迁徙等等^①。

上述学术观点，是学者根据甲骨文反映的文化各期生态资料、文献记载或根据自然剖面中的土壤剖面磁化率、孢粉分析获得的。由于对甲骨文字的解释不同，对考古材料认识上的参差，历史文献的考释也可能存在谬误，在自然剖面的分析方面又很难找到与遗址文化层年代一致的自然剖面，缺乏来自遗址中文化层的直接证据，获得的环境信息在解释一些文化现象时令人疑惑。即使有些研究材料来自遗址文化层，如一些热带和亚热带动物骨骼，由于动物的易迁移性和易施与饲养环境，也存在同样的困惑。

植被是环境研究的综合体，是自然界中气候变化的晴雨表，气候的变化必然在植被上有所反应。木炭分析可以鉴定到属，甚至可以鉴定到种，而且木炭分析的优点在于木材来自文化层，是人类活动的结果，与考古学文化具有同时性，还能代表局地理范围内的地方性植被、气候特征，特别是一些当地植被的优势种或建群种，它们具有较强的气候指示意义^②，通过木炭分析能真实有效地反映遗址周围的微环境。

利用木炭遗存解释古生态的方法已经成熟。主要是采用考古遗址木炭量化分析方法和途径，使木炭组合具有古生态代表性^③。

近30年，木炭分析在国外广泛开展，已经取得了不少的研究成果，比如，利用自然剖面孢粉和木炭

重建生态气候^④；利用木炭分析和精确定年的树轮序列重建生态气候^⑤；利用考古遗址木炭种属出土概率重建不同地区不同文化时期的生态环境^⑥；利用木炭图式推测干旱事件^⑦；利用特有种气候分析法定量分析遗址周围的气候和环境^⑧；利用植物中稳定碳同位素评估环境变化，从考古遗址出土木炭的碳同位素组成($\delta^{13}C$)量化过去可用水量的变化^⑨；以考古出土木炭的解剖特征，主要是用与水分运输有关的导管数量和导管数研究古环境^⑩。总之，木炭分析已经成为第四纪和第三纪环境研究中的一种强有力的研究方法。

树轮定年是考古领域应用的多种断代测年方法中最精确的一种定年方法，可以精确到年，甚至到季节。年轮的宽窄则与相应生长年份的气候条件密切相关，在干旱年份树木生长缓慢，年轮就窄，在湿润年份年轮就宽，因此，树木年轮是周围环境的记录器，从这个记录器，可以提取各种环境信息。同一气候区内同种树木的不同个体，在同一时期内年轮的宽窄变化规律是一致的^⑪。Douglas于1914年发表了第一篇用树轮资料重建降水量的文章以后，树轮资料在过去环境变化研究中发挥着重要的作用。在我国利用考古出土木材也进行过气候重建研究^⑫。

2008年，在安阳工作队岳洪彬等田野一线学者的帮助下，在刘家庄北地遗址不同考古单位采集到了大量的、丰富的大块木炭遗存，为我们利用木炭分析、共存因子分析以及树木年轮分析方法综合重建殷商时期的生态环境提供了契机，为探求“自盘庚徙殷至纣之灭，二百七十三年更不徙都”的原因以及周武王时，周起兵攻商，商王朝就此灭亡的原因，提供高分辨率的环境背景信息。

一 研究区概况

(一) 研究区的自然地理概况

殷墟地处太行山林虑山系以东、安阳盆地与华北平原接汇带的涇河二级台地上，地处北纬36度，东经114度，面积约36平方公里，行政区划属河南省安阳市。所在的安阳盆地，东西长约20公里，南北宽约10公里，面积约200平方公里。其地势西高东低，海拔由130米逐渐降至80米左右。发源于太行山区的涇河(又名安阳河)自盆地西南流入，先北行，再折而东行，最终注入卫河。盆地西接太行山山区，南北两侧是海拔200米左右的丘陵，东部与华北平原相接。

商代安阳地区的地貌环境,与现代相比有着较大差别。就地势而言,西北高东南低的特征更为显著,其时黄河在安阳东部自南向北流经,漳河在殷墟以北约20公里处自西向东流经,殷墟南部还有淇水。上述三条河流与洹河一道,构成安阳地区的主要水系^②。

今天的殷墟地处暖温带,属大陆性季风气候,四季分明,水温适宜。年平均气温13.6℃,7月份平均气温27.2℃,1月份平均气温-2.7℃,绝对最低气温-21.7℃,无霜期201天。年平均降水量606.1毫米,降雨多集中在7、8月份。冬春多北风,夏秋多南风^③。

安阳属于暖温带南部落叶栎林亚地带的黄、淮平原栽培植物区。本区植物区系成分以华北区系为主^④。安阳市附近的原始植被已破坏殆尽,现今植被主要为以小麦、玉米、棉花、粟等为主的农作物,散生有杨树、榆树、柳树、泡桐等常见树种。安阳市西的太行山区,随海拔高度变化,植被组成存在一定差异。200~500米为浅山区,植被稀疏且人为破坏严重,阳坡主要有酸枣、黄荆、黄背草等植物;阴坡散生少量乔木,如榔榆、黄栌等;灌木主要有荚迷、忍冬等。500~800米为中山区,属落叶阔叶林带,优势或常见木本植物包括槲栎、栓皮栎、鹅耳枥、槭属、榆属等;灌木有黄荆、胡枝子、盐肤木、绣线菊、黄刺梅等。800~1500米乔木有青檀、黄连木、麻栎、柿树、小叶白蜡等,灌木有连翘、绣线菊、野皂荚、鹅耳枥、黄栌、丁香属等。海拔1500米以上植被以华山松为主的常绿针叶林^⑤。

(二) 刘家庄北地遗址的考古发现

殷墟是中国最著名的古文化遗址,中国考古学的发源地,也是中国第一个有文献记载并为考古发掘所证实的商代都城遗址,2006年在第30届世界遗产委员会会议上被列入《世界文化遗产名录》。殷墟文化为商代晚期文化,分为四期。一期约当盘庚、小辛、小乙、武丁早期,年代为公元前1320~前1239年,二期约当武丁晚期、祖庚、祖甲时期,年代为公元前1255~前1195年,三期约当廩辛、康丁、武乙、文丁时期,年代为公元前1255~前1070年,四期约当帝乙、帝辛时期,年代为公元前1087~前1046年^⑥。

自1928年10月,学术界首次组织了对殷墟的发掘以来,清理出小屯宫殿宗庙区、王陵区、多处居民点、铸铜作坊、制骨作坊和墓地等^⑦。刘家庄北地遗址是殷墟的重要组成部分,位于殷墟小屯宫殿宗庙区

的正南部,北距宫庙区约1000米。2006年5~8月,经国家文物局批准,安阳工作队对刘家庄北地遗址西部进行了发掘,揭露面积为3000平方米。2008年2~10月,进行了第二期发掘,发掘面积达4000余平方米。共发现带车辙的商代道路多条,商代房基数十座、灰坑数百座、灰沟二十余条、窖穴四十余座、水井三十余眼、铜器窖藏坑一座、祭祀遗存多处,以及历代墓葬九百余座,出土各类遗物数千件^⑧。2010年3月至2011年12月,安阳队又在2008年发掘的东侧进行了第三次发掘,发掘面积近30000平方米,发现了殷墟时期的道路、沟渠、陶窑、夯土建筑、祭祀坑、水井、窖穴、大型灰坑和大批墓葬等,并出土大批遗物^⑨。

本次检测的样品,均为2008年刘家庄北地第二次发掘中所取(图一)。



图一 刘家庄北地发掘位置示意图

二 研究方法

(一) 取样

2008年,安阳工作队在刘家庄北地遗址的商代道路、水井、墓葬、房址、灰沟、灰坑和地层中,共采集466份木炭样品,其中,道路上3份、水井中5份、墓葬中4份、房址中110份、灰沟中36份、灰坑中212份及地层中96份,大于4毫米的木炭共计12979块。

(二) 研究方法

1. 木炭的鉴定

将采集的木炭样品按不同考古背景分类、登记,用4毫米孔径筛子进行筛选,大于4毫米的木炭做横向、径向和弦向三个面。先在具有反射光源、明暗场、物镜放大倍数为5倍、10倍、20倍、50倍的

Nikon LV150 金相显微镜下观察、记载木材特征,结合《中国木材志》^②、《中国主要木材构造》^③等工具书对树种木材特征的描述、图版和采集的现代树种木材切片进行木炭树种的鉴定。然后将样品粘在铝质样品台上,对样品表面进行镀金,在 Quanta 650 扫描电子显微镜下进行拍照。

结果分析按出土概率统计。出土概率是指在遗址中发现某种植物种类的可能性,是根据出土有该植物种类的样品数在采集到的样品总数中所占比例计算的。这种统计方法的特点,是不考虑每份样品中所出土的各种植物遗存的绝对数量,仅以“有”和“无”二分法作为统计标准,因此在客观上最大限度地减少了由绝对数量造成的误差对分析结果的影响^④。

2. 木炭树种的共存因子法分析

根据中国木本植物分布图集^⑤,找到考古遗址所在地的现今树种及其年均温(MAT)、年降水量(AP)、湿润指数(IM)气候参数的最大和最小值,找到所有树种的共同的耐受区间。根据古气候研究中常被应用的均一性原理,即古今气候有着同一属性,因此,现在树种生存所需气候(水文)要素应与过去相差不大。因此,共同的耐受区间也就是古代树种生长的生态环境。

3. 树木年轮分析

2014年夏季,王树芝和岳洪彬在安阳林州市林业局同志的引导下,在距离安阳殷墟72公里的林虑山的寨底村山坡阳面,采集现生栓皮栎的树芯,根据

不同的海拔采集若干对比样品。

采集完对比样品后,用较细的(直径为4.3毫米)生长锥,从13棵(表一)年龄在30年以下的树上,采集26个活树树芯样品,放到纸管里。回到实验室后,用乳胶粘在木槽里,用绳子绑牢,固定,自然干燥。完全干燥后,解开绳子,用不同粒径的砂纸摩擦样品的表面,直到样品表面十分光滑,年轮相当明显,细胞壁也非常清楚后,进行交叉定年。在交叉定年的过程中,要去掉假生长轮、添加丢失年轮。

定完年后,利用升级的德国 Heidelberg 公司生产的 LINTAB 树轮测量仪,从树芯向树皮方向测量年轮宽度,该系统测量精度为0.01毫米;利用 COFECHA 程序,对定年和轮宽测量值进行检查;利用 ARSTAN 软件,建立标准年表。最后,再利用离刘家庄北地70公里的林州气象台站的1961年至2014年降水和温度资料,用 MINITAB 软件进行降水和温度重建。

再从有明确层位的地层中,而不是有特殊考古背景(如壁炉、窑等遗迹)的木炭中,挑取有最外层年轮的木炭样品,沿与导管成90度的方向把木炭剖开,炭屑很少进入到细胞的空隙中,细胞壁产生一个反射明显的表面,年轮特征非常清晰。然后,对每一个样品进行拍照。定年和测量的过程与现代树芯相同。据此,重建各文化层所代表时期的降水和温度。

三 研究结果

(一) 鉴定结果

采集的466份木炭样品中,共有12979块大于4毫米的木炭。经鉴定,12979块木炭分别属于18种木本植物,有侧柏属、松属硬木松、栎属(3个种)、杏亚属、槭属、榉属、构树属、枣属、流苏树属、杨属、栾树属、鹅耳枥属、白蜡树属、青冈属和2种未鉴定的阔叶树(表二)。

落叶的栎属占绝对优势,出土概率为0.89(416/466);侧柏属位居第二位,为0.15;第三位是硬木松,为0.08;第四位是槭属,为0.06;第五位是榉属,为0.04;第六位是杏亚属,为0.02;第七位是枣属和构树属,分别为0.01,第八位是流苏树属和未知阔叶树种B,为0.006;杨属、栾树属、鹅耳枥属、白蜡树属、青冈属和未鉴定的阔叶树种B出土概率最低,为0.002。由此表明落叶栎属是当地的优势树种,对聚落环境起主要作用。

(二) 木炭树种的共存因子法分析结果

表一 26个树芯的信息

样品数	北纬 N	东经 E	海拔高度 H(m)
1	36°09.719'	113°45.293'	565
2	36°09.728'	113°45.290'	569
3	36°09.727'	113°45.288'	574
4	36°09.738'	113°45.260'	590
5	36°09.737'	113°45.259'	591
6	36°09.754'	113°45.220'	607
7	36°09.728'	113°45.219'	605
8	36°09.754'	113°45.213'	610
9	36°09.754'	113°45.212'	608
10	36°09.756'	113°45.202'	613
11	36°09.762'	113°45.194'	611
12	36°09.764'	113°45.186'	614
13	36°09.763'	113°45.196'	614

表二 木炭种属在不同考古背景中出现次数统计表

树种	路	井	墓	房	灰沟	灰坑	地层	出现次数
栎属	3	5	4	10	7	199	89	416
侧柏属	3		1	1	28	14	22	69
硬木松类			1		28	3	3	35
槭属		1		1		10	15	27
榉属			1	1		8	8	18
杏亚属						4	4	8
构树属				1		1	3	5
枣属						3	2	5
流苏树属						1	2	3
杨属						1		1
栎树属						1		1
鹅耳枥属				1				1
白蜡树属					1			1
青冈属						1		1
未知 A							1	1
未知 B						1	2	3

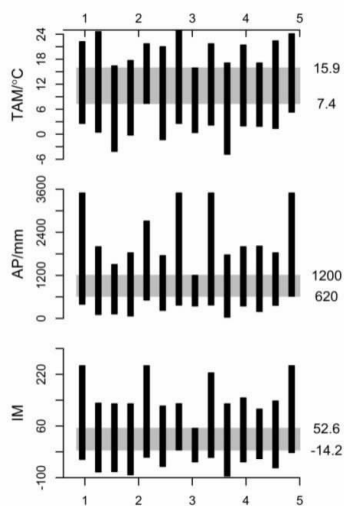
为了提高重建气候的分辨率，对现代同类植物生态气候进行共存因子法分析。

共存生态因子分析法 (Coexistence Approach, 简称 CA) 是古气候定量重建的方法之一。该方法常用于第三纪或更早期古气候定量重建，其可靠性和分辨率也得到大量工作的验证。其前提是假设化石与最近亲缘种生活的气候和环境相同或相似，两者生态幅和对气候耐受性 (tolerance) 具有相似性。首先找到多个化石在系统演化上的最近亲缘种 (nearest

living relatives species 简称 NLR species), 分析最近亲缘种分布地区的现代气候参数，将所有这些参数数据范围叠加产生共存区间，得到气候参数的定量数值。

根据中国木本植物分布图集，找到考古遗址所在地的现今树种及其年均温 (MAT)、年降水量 (AP)、湿润指数 (IM) 气候参数的最大和最小值 (表三)。

根据表三，做出出土树种的共存因子分析图，获得了刘家庄北地遗址的气候要素值，包括温度指标、水分指标和水热综合指标。结果表明：年均温 (MAT) 为 7.4°C~15.9°C，年降水量 (AP) 为 620~1200 毫米，湿润指数 (IM) 为 -14.2~52.6 (图二)。



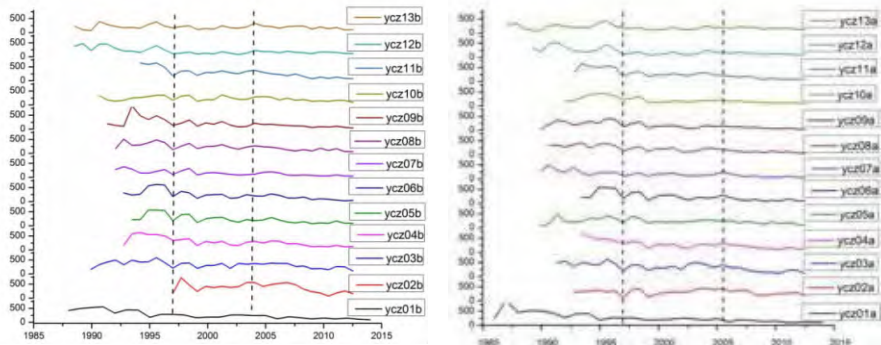
图二 出土树种的共存因子分析图 (三) 树轮分析结果

1、现代降雨重建

对从不同生境采集的 26 个活树树芯交叉定年、测量、用 COFECHA 程序对定年和轮宽量测值 (图三) 进行检查，结果表明序列平均相关系数 0.747，平均敏感度 0.326，平均标准差 0.617，没有缺轮，问题段为 0。利用 ARSTAN 软件，采用负指数函数剔除与树龄有关的生长趋势，采用双权重平均法合并得到标准年表。这些年表是一条无量纲、平均值为 1、最小为 0 的数值。气候重建采用离刘家庄北地最近的林州气象台站 1961 年至 2014 年的的气候要素数据，包括月平均气温、月最高气温，月最低气温，月降水量，每月的最高和最低降水量。

表三 现代植物种属的气候参数

树种	年均温 MAT, °C	年降水 AP, mm	湿润指数 IM
栓皮栎	14.7(2.6~22.2)	1088(397~3495)	31.5(-43.4~246.5)
侧柏	12.7(0.5~24.6)	876(111~1997)	11.8(-82.3~130.7)
油松	9.1(-4.1~16.4)	597(127~1502)	-9.7(-81.2~128.6)
五角枫	10.6(-0.2~17.7)	811(70~1828)	12.0(-91.1~128.6)
榉树	14.6(7.4~21.7)	1145(512~2713)	39.7(-36.5~246.5)
杏	13.2(-1.3~21.0)	908(225~1751)	19.5(-65.1~121.7)
构树	16.5(2.6~24.8)	1296(373~3495)	51.6(-14.2~128.9)
酸枣	11.6(0.4~15.9)	618(349~1200)	-17.9(-51.1~52.6)
流苏树	14.1(2.2~21.7)	1069(377~3495)	30.4(-37.2~224.4)
小叶杨	11.2(-4.8~17.1)	686(35~1770)	-7.1(-94.9~128.6)
栎树	13.5(2.0~21.4)	940(349~1997)	14.8(-51.1~147)
千金榆	11.0(1.9~17.1)	778(367~1828)	7.2(-40.9~112.2)
白蜡树	14.(1.4~22.4)	1086(196~2014)	30.1(-69.4~137.5)
青冈	15.9(5.3~24.1)	1344(620~3495)	55.9(-22.2~246.5)

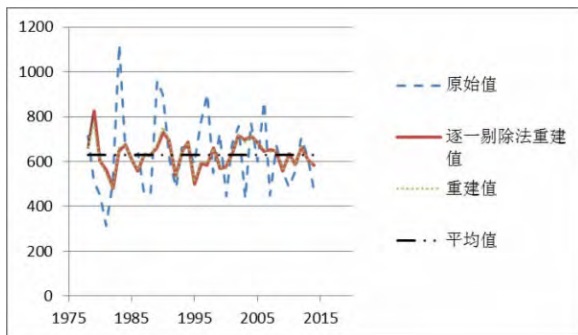


图三 26个活树树芯交叉定年结果

起外，整个径壁较光滑，根据这些特点，每一文化层找带有树芯和树皮或者明显保留最外层年轮的样品，就可以基本保证生长轮的年代与文化层年代相同。由于树木在生长初期生长较不规则，所以，不包括小于5年的

重建方程的稳定性检验，是决定重建值在校准期以外是否可信的关键一步。由于校准时期段仅为37年，难以采用独立检验的方法，所以采用国际年轮研究中常用的“逐一剔除法”(leave-one-out)进行检验。

首先要重建上年7月至当年6月的降水量。上年7月份至当年6月的降水量(P)与树木年轮宽度指数(RI)之间的相关系数为0.379(图四)。校准期重建值对实测值的解释方差R²为14.4%，调整自由度后的解释方差R²_a为12.0%



图四 上年7月至当年6月的降水量重建

，达到了0.01的极显著水平。原始值符号检验方面，低频符号检验和高频符号检验均达到0.01的极显著水平。误差缩减值RE为0.0448，一般认为RE > 0.0，就认为重建方程具有预报能力。所建方程如下： $P=375+258RI$ ，平均降水量为629.9毫米。

2、殷商时期降雨重建

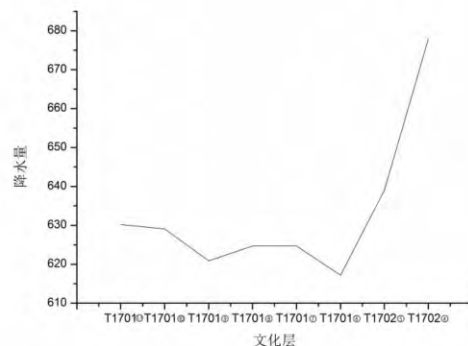
首先，根据出土遗物，确定木炭属于的文化时期，然后确定树木生长时期与此文化层时期是否一致。栓皮栎最外层径向有明显的特点，除有一些小突

样品。测定这些样品的年轮宽度，并交叉定年，用COFECHA程序对定年和轮宽测量值进行检查，结果如表四。

表四 殷商时期各个文化层交叉定年情况

	年轮序列	年轮数	年表长度	与主序列相关性	标准偏差	敏感度
T1702④	10	118	27	0.722	3.267	0.306
T1702⑤	25	343	28	0.548	3.208	0.332
T1701⑥	45	723	30	0.495	2.563	0.338
T1701⑦	35	589	36	0.539	2.556	0.301
T1701⑧	88	1494	36	0.528	2.187	0.328
T1701⑨	85	1406	34	0.528	2.2	0.312
T1701⑩	58	976	44	0.564	2.199	0.318
T170113	4	86	26	0.483	1.245	0.273

利用ARSTAN软件建立标准年表。这里需要说明的是虽然木材炭化后横向长度会收缩，我们实验结果表明栓皮栎经400度高温持续1小时炭化，收缩25%，但是，由于建立年轮宽度指数年表时用商除，所以，木炭不影响重建结果。根据上年7月至当年6月的降水量(P)与树木年轮宽度指数(RI)之间所建方程： $P=375+258RI$ ，重建了商代晚期各个文化层的降水量(图五)。



图五 殷商晚期几个文化层上年7月至当年6月的降水

重建结果表明,第⑬层上年7月至当年6月的降水量平均值和第⑩层的平均降水量较大,分别为630.2毫米和629.1毫米;第⑨层平均降水量减少,为620.9毫米;第⑧层和第⑦层平均降水量又开始增加,都为624.7毫米;第⑥层减少,为617.2毫米;但到第⑤层所代表的文化时期,平均降水量迅速增加,为639毫米;到第④层所代表的文化时期,平均降水量猛然增加,高达677.9毫米。

2008年发掘的刘家庄北地商代遗址的地层堆积较厚,可以T1701、T1702、T1601和T1602等探方为代表。第①~③层均为晚于商代的文化层,第④~⑬层为商代文化层。根据这些地层中所包含的遗物判断,第④层属商代文化层中最晚的堆积,大致相当于殷墟四期偏晚阶段,第⑤层属于殷墟四期偏早阶段;第⑥~⑧层大致属于殷墟三期,第⑨~⑬层为殷墟二期。

(四)考古研究结果

殷墟甲骨卜辞中也有不少关于商都发生水患的记载。陈梦家《殷墟卜辞综述》曾列举有关水患的卜辞。现摘录如下:

洹费其乍兹邑祸(续4.28.4 武丁卜辞)

洹其盗(前6.32.6)

口洹佳 𠄎 概——勿佳洹佳 𠄎 概(簠地
40(续5.30.9)

水其福兹邑(乙3162)

御水于土,宰(铁14.3.99.4,珠835)

羽已卯其水(前4.12.7)

𠄎其来水(前4.13.5)

今二月弗水——其弗水(乙5483+5825)

其 𠄎 大水(下3.4,庚甲卜辞)

其 𠄎 大水,十月一(甲3824)

𠄎来大水——大水(哲庵44)

洹弘弗敦邑(珠393)

戊辰卜贞水(甲2491(十二月) 廩辛卜辞)

其告水入于上甲兄大乙一牛(粹148) 康丁
卜辞

冬日雨,大水,乙启(别二,东大)

口水弗 𠄎 禾(库47 武文卜辞)

其水——不水(宁滬1.482)

其水——又水(宁滬1.483)

𠄎水——水 𠄎 尤(辅仁90)

今岁 𠄎 大水——其又大水——及兹月又
雨(金377 乙辛卜辞)

由上可知水患有两种:一是河水来入为患,一是久雨成大水为患。关于后者,卜辞“宁雨”之祭所以为止雨而祈求。”^⑩

在历年来殷墟的考古发掘中,常常发现一种较为特殊的堆积现象:即在商代地面的低洼处,常发现一层深灰或黑色的淤积土。这层堆积土层的特征是:一是较纯净,包含物少量殷墟四期偏晚阶段的陶片;二是仅分布于商代地面的低洼处,呈片状分布;三是这种片状分布的堆积在安林铁路以南区域较为常见;四是该堆积层能明确判定时代者均为殷墟四期偏晚阶段。据科技考古学者现场考察分析,认为这种堆积应是由于水的作用而形成的淤积土层。综合诸种证据,我们认为,该淤积土层很可能与殷墟四期偏晚阶段降雨量陡增,致使洹河泛滥有关。

2008年安阳工作队在刘家庄北地再次发现该黑色淤积土层。并且分布面积较大。其中在一条商代的南北向道路上也发现了此堆积,也就是说,商代道路因长期碾压形成了路沟,这层黑色淤积土则填平了路沟。这条道路上原有14条车辙印痕,可见当时此处交通的繁忙程度之高。但是黑色淤积土层填平了该路沟后,该路废弃,昔日的繁荣不再,在黑色淤积土层上又形成了2条车辙印痕,方向与原来道路的方向一致,向南方延伸。我们依据这种地层堆积关系判断,在殷墟四期偏晚阶段,降雨量明显较殷墟四期以前增多,甚至多次造成洹河泛滥,形成甲骨卜辞中所说的“大水”。因此,有学者认为,“殷墟都城的废弃原因较为复杂,决非单一力量所致,水患可能是其废弃的重要原因之一”。该研究结果与上文的树木倪仑分析结果大致相符。

四、讨论

从采集的466份木炭样品中12979块木炭鉴定结果看,12979块木炭分别属于18种木本植物,有侧柏属、松属硬木松、栎属(3个种)、杏亚属、槭属、榉属、构树属、枣属、流苏树属、杨属、栎树属、鹅耳枥属、白蜡树属、青冈属和2种未鉴定的阔叶树。虽然喜温湿的榉属、流苏树和青冈属有出现,但概率只有0.05,栎属出土概率为0.89,说明栎属是当地的优势种,对群落环境起主要作用。竹笋可以食用,也可以用来编织,也可直接应用于建筑、水利、农业生产和日常生活用具,还可以作为燃料,因此,竹子是人们

常用的自然资源之一。然而,在采集 466 份木炭样品,12979 块的木炭中未见到如王城岗遗址^⑧、瓦店遗址^⑨、二里头遗址^⑩和偃师商城遗址^⑪出土的竹,连普通民邑孝民屯遗址也没出现^⑫,说明遗址周边没有竹子存在。在 1990 年,安阳郭家庄一座殷墓(M160)中,发现一件中国最早的以细竹篾编织的小竹篓,有可能是外地传入。

对鉴定出的木炭树种进行共存因子法分析,结果表明,年均温(MAT)为 7.4℃~15.9℃,年降水量(AP)为 620~1200 毫米,湿润指数(IM)为 -14.2~52.6。现今安阳年平均气温 13.6℃,年平均降水量 629.9 毫米(林州 1961-2014 年气候资料),由此表明,当时的降水量和温度与现今相差不大。

全年降水量重建结果,与现今降水量相比,有的文化层降水量多于现今,有的反而少。在找出有髓心

和最外层年轮的木炭中,5 到 10 年,甚至更多年份的连续干旱期都有存在,在湿润年份年轮较宽,干旱年份年轮较窄,如(图六),说明干旱缺水的年代时有发生,这种现象支持了杨升南的观点^⑬。

不同文化层之间,第⑬文化层降水量与第⑩文化层的降水量较大,第⑨文化层降水量减少,第⑧和第⑦文化层降水量又开始增加,第⑥文化层减少,第⑤文化层降水量又开始增加,第④文化层猛然增加。说明商代晚期气候是波动的,既有干旱时期,又有湿润期。商代晚期后段气候不是干旱,反而降雨量更大,是否与殷墟都邑的毁弃有关,需要今后更深入地研究。

五、结论

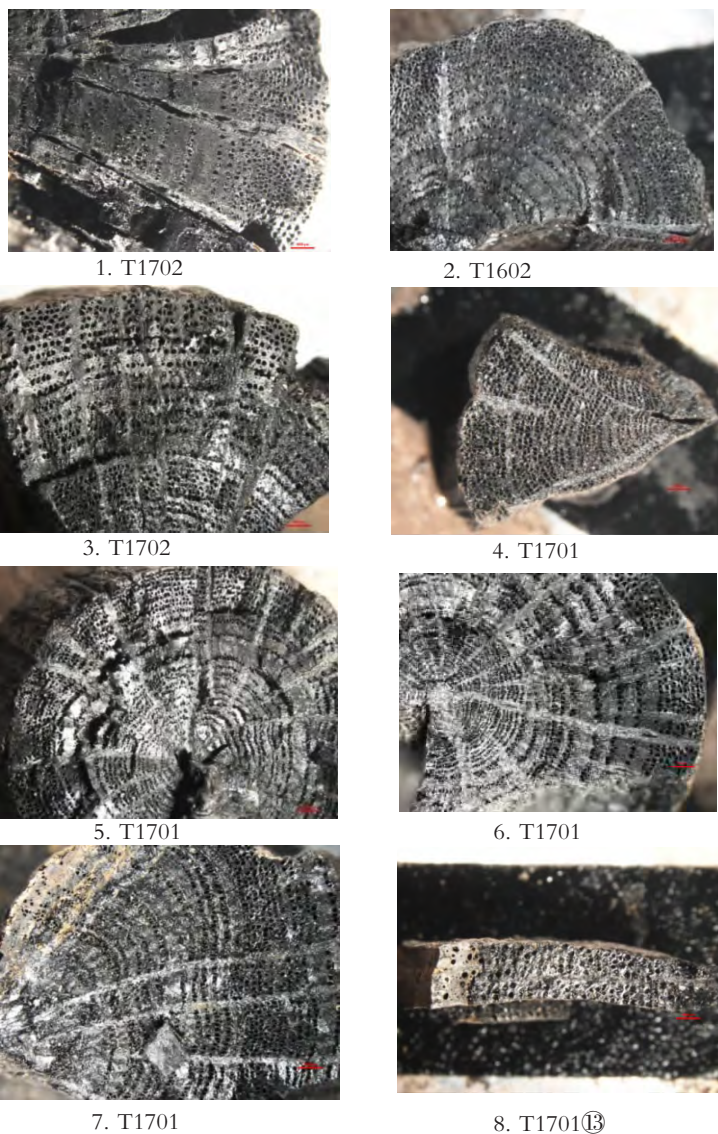
刘家庄北地共 12979 块大于 4 毫米的木炭样品经过鉴定,分别属于 18 种木本植物,样品中栎属出土概率最高,表明栎属是当地的优势种,对群落环境起主要作用。

(1)对鉴定出的木炭树种进行共存因子法分析,结果表明,商代晚期年均温(MAT)为 7.4℃~15.9℃,年降水量(AP)为 620~1200 毫米,湿润指数(IM)为 -14.2~52.6。树种的生态特性和共存因子法分析表明,商代晚期气候与现今并没有明显的不同。

(2)对从林绿山不同生境采集的 26 个活树树芯进行树轮年代学研究,结合离刘家庄北地最近的林州气象台站有 1961 年以来的气候要素数据,建立了上年 7 月至当年 6 月的降水量(P)与树木年轮宽度指数(RI)之间的方程: $P=375+258 RI$ 。

上年 7 月至当年 6 月的降水量重建表明,第⑬文化层降水量与第⑩文化层的降水量较大,分别为 630.2 毫米和 629.1 毫米,第⑨文化层降水量减少,为 620.9 毫米,第⑧和第⑦文化层降水量又开始增加,都为 624.7 毫米,第⑥文化层稍有减少,为 617.2 毫米,第⑤文化层降水量又开始增加,为 639 毫米,第④文化层猛然增加到 677.9 毫米。

全年降水量重建结果,与现今降水量相比有的文化层降水量多于现今,有



图六 殷商时期不同文化层都有数年连续的干旱时期

的反而少。在找出有树芯和最外层的木炭中,5到10年,甚至更多年份的连续干旱期都有存在。

商代晚期气候是波动的,既有干旱时期,又有湿润期。商代晚期后段气候不是干旱,反而降雨量更大,是否与殷墟都邑的毁弃有关,需要今后更深入地研究。

附记:本研究得到了国家文物局全国文物保护科学和技术研究项目(批准号20110107)和中国社科院创新工程项目共同资助。

注释:

罗振玉:《殷墟书契考释》,1914年。

王国维:《观堂别集》,1921年。

徐中舒:《殷人服象及象之南迁》,《中央研究院历史语言研究所集刊》(第2本1分册),1930年。

王星光:《商代的生态环境与农业发展》,《中原文物》2008年第5期。

丁骥:《华北地形史与商殷的历史》,《中央研究院民族学研究所集刊》1965年第20期。

杨钟健、刘东生:《安阳殷墟之哺乳动物群补遗》,《中国考古学报》(第4册),第145~153页,1949年。

竺可桢:《中国近五千年来的气候变迁的初步研究》,《考古学报》1972年第1期。

施雅风主编:《中国全新世大暖期气候与环境》,第14页,海洋出版社,1992年。

a.唐际根、周昆叔:《屯遗址西周文化层下伏生土与商代安阳地区的气候变化》,《商文明论集》,第314~323页,中国社会科学出版社,2008年。b.董作宾:《读魏特夫商代卜辞中的气象纪录》,华西协合大学《中国文化研究所集刊》1942年第3卷1-4期合刊。

①朱彦民:《商代晚期中原地区生态环境的变迁》,《南开学报(哲学社会科学版)》2006年第5期。

②王树芝、李虎、张良仁、陈国科、王鹏、赵志军:《甘肃张掖黑水国西城驿遗址出土木炭指示的树木利用和古环境》,《第四纪研究》2014年34卷第1期。

③ a. Théry-Parisot I, Chabal L, Chrzavzez J. Anthracology and taphonomy, from wood gathering to charcoal analysis. A review of the taphonomic processes modifying charcoal assemblages, in archaeological contexts. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 2010, 291:142-153. b. Chabal L. Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). L'anthracologie, méthode et paléoécologie.

DAF 63, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris. 1997, 189.

④ a. 张芸、孔昭宸、阎顺、杨振京、倪健:《天山北坡晚全新世云杉林线变化和古环境特征》,《科学通报》2006年51卷第12期。b. 孙楠、李小强、周新郢等:《甘肃河西走廊早期冶炼活动及影响的炭屑化石记录》,《第四纪研究》2010年30卷第2期。c. 崔海亭、李宜垠、胡金明、腰希申、李旸:《利用木炭碎块显微结构复原青铜时代的植被》,《科学通报》2002年47卷第19期。d. 李宜垠、侯树芳、赵鹏飞:《微炭屑的几种统计方法比较及其对人类活动的指示意义》,《第四纪研究》2010年30卷第2期。e. 李虎、安成邦、董惟妙、王树芝、董广辉:《陇东地区齐家文化时期木炭化石记录及其指示意义》,《第四纪研究》2014年第1期。

⑤ Marguerie D, Hunot J-Y. Charcoal analysis and dendrology: data from archaeological sites in north-western France. Journal of Archaeological Science 2007,34: 1417-1433.

⑥ a. Heinz C, Barbaza M. Environmental changes during the Late Glacial and Post-Glacial in the central Pyrenees (France): new charcoal analysis and archaeological data. Review of Palaeobotany and Palynology 1998, 104: 1-17. b. 王树芝、王增林、朱延平:《内蒙古赤峰市大山前第一地点夏家店下层文化的植被和生态气候》,《华夏考古》2004年第4期。c. 王树芝、王增林、许宏:《二里头遗址出土木炭碎块的研究》,《中原文物》2007年第3期。d. Heinz C, Thiébaud S. Characterization and Palaeoecological Significance of Archaeological Charcoal Assemblages during Late and Post-Glacial Phases in Southern France. Quaternary research 1998, 50, 56-68. e. 谭志海、黄春长、庞奖励、周群英:《陇东黄土高原北部全新世野火历史的木炭屑记录》,《第四纪研究》2008年第28卷第4期。

⑦ Scheel-Ybert R., Man and vegetation in Southeastern Brazil during the Late Holocene. Journal of Archaeological Science 2001, 28(5): 471-480.

⑧ a. 李承森、王宇飞、孙启高:《定量分析第三纪以来环境变化的新方法——特有种气候分析法》,《植物学报》2001年43卷第2期。b. 王树芝、王增林、吴耀利、黄卫东、王杰:《雕龙碑遗址房屋建筑出土木炭研究》,《考古》2002年第11期。

⑨ a. Ferrio J P, Voltas J, Arais J L. Use of carbon isotope composition in monitoring environmental changes. Management of Environmental Quality 2003, 14: 82-98. b. Ferrio J P, Alonso N, Lopez J B, Arais J L, Voltas J. Carbon

isotope composition of fossil charcoal reveals aridity changes in the NW Mediterranean Basin. *Global change biology* 2006, 12 (7): 1253-1266.

⑳ Marconetto M B, Paleoenvironment and anthracology: determination of variations in humidity based on anatomical characters in archeological plant charcoal (Ambato Valley, Catamarca, Argentina) *Journal of Archaeological Science* 2010, 37: 1186-1191.

㉑ 王树芝:《树木年代学研究进展》,《考古》2001年第7期。

㉒ a. 王树芝:《青海都兰地区公元前515年以来的树木年轮年表的建立及应用》,《考古与文物》2004年第6期。
b. Sheppard P R, Tarasov P E, Graumlich L J, et al. Annual precipitation since 515 BC reconstructed from living and fossil juniper growth of northeastern Qinghai Province, China. *Climate Dynamics*, 2004, 23: 869-881. c. Zhang Q B, Cheng G D, Yao T D, Kang X C, Huang J G. A 2326-year tree-ring record of climate variability on the northeastern Qinghai-Tibetan plateau. *Geophysical research letters*, 2003, 30: 1739-1741. d. Shao X, Xu Y, Liang E, Zhu H, Wang S. Climatic implications of a 3585-year tree-ring width chronology from the northeastern Qinghai-Tibetan Plateau. *Quaternary Science Reviews* 2010, 29: 2111-2122.

㉓ 中国社会科学院考古研究所安阳工作队:《河南安阳市洹北商城的勘察与试掘》,《考古》2003年第5期。

㉔ 中国社会科学院考古研究所:《中国考古学》(夏商卷),第284-286页,中国社会科学出版社,2003年。

㉕ 《安阳县志》编纂委员会:《安阳县志》,第1-236页,中州古籍出版社,1990年。

㉖ 中国植被编辑委员会:《中国植被》,第814-815页,科学出版社,1995年。

㉗ 刘宗才、曹振强:《河南植物区系分区研究》,《河南农业大学学报》2001年第35卷第2期。

㉘ a. 中国社会科学院考古研究所:《中国考古学》(夏商卷),第289-295页,中国社会科学出版社,2003年。 b. 夏商周断代工程专家组:《夏商周断代工程1996-2000年阶段成果报告(简本)》,第88页,世界图书出版公司,2000年。

㉙ 中国社会科学院考古研究所:《殷墟的发现和研究》,第51-147页,科学出版社,1994年。

㉚ 中国社会科学院考古研究所安阳工作队:《河南安阳市殷墟刘家庄北地2008年发掘简报》,《考古》2009年第7期。

㉛ 中国社会科学院考古研究所安阳工作队:《河南安阳市殷墟刘家庄北地2010-2011年发掘简报》,《考古》2012年第12期,第26-42页。

㉜ 成俊卿、杨家驹、刘鹏:《中国木材志》,中国林业出版社,1992年。

㉝ 腰希申:《中国主要木材构造》,第1-258页,中国林业出版社,1988年。

㉞ 赵志军:《植物考古》,中国社会科学院考古研究所:《科技考古的方法与应用》,第90-104页,文物出版社,2012年。

㉟ 方精云、王志恒、唐志尧:《中国木本植物分布图集》,第1-1908页,高等教育出版社,2009年。

㊱ 陈梦家:《殷墟卜辞综述》,第523-524页,中华书局,1988年。

㊲ 王树芝、方燕明:《王城岗遗址出土木炭指示的古气候》《中国社会科学院古代文明研究中心通讯》2010年第20期。

㊳ 王树芝、方燕明、赵志军:《龙山时代的植被、古气候及植物利用——以河南瓦店遗址的木炭分析为例》,《第四纪研究》2012年第2期。

㊴ 王树芝、赵海涛、陈国梁、许宏、赵志军、齐乌云:《二里头遗址V区出土木炭的分析与研究》,中国社会科学院考古研究所编:《夏商都邑与文化(二)——“纪念二里头遗址发现55周年学术研讨会”论文集》,第372-382页,中国社会科学出版社,2014年。

㊵ 王树芝、王学荣、谷飞、赵志军、齐乌云:《偃师商城祭祀遗址出土木炭的分析与研究》,中国社会科学院考古研究所:《夏商都邑与文化(一)——“夏商都邑考古暨纪念偃师商城发现30周年国际学术研讨会”论文集》,第256-266页,中国社会科学出版社,2014年。

㊶ 王树芝:《安阳殷墟孝民屯遗址出土木炭的初步分析》,《殷墟孝民屯》(待刊),文物出版社,2016年。

㊷ 杨升南:《商时期的雨量》,《中国史研究》2008年第4期。