

郭媛媛,莫多闻,毛龙江,等. 澧阳平原晚更新世晚期至全新世早中期环境演变及其对人类活动的影响[J]. 地理科学, 2016, 36(7): 1091-1098. [Guo Yuanyuan, Mo Duowen, Mao Longjiang et al. The Environmental Change of Late Pleistocene to Early and Middle Holocene and Its Impact on Human Activities in Liyang Plain, Hunan Province, China. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(7): 1091-1098.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2016.07.016

澧阳平原晚更新世晚期至全新世早中期环境演变及其对人类活动的影响

郭媛媛¹, 莫多闻², 毛龙江³, 郭伟民⁴

(1. 临沂大学资源环境学院, 山东 临沂 276000; 2. 北京大学城市与环境学院/教育部地表过程分析与模拟重点实验室, 北京 100871; 3. 南京信息工程大学海洋科学学院, 江苏 南京 210044; 4. 湖南省文物考古研究所, 湖南 长沙 410008)

摘要:通过对澧阳平原野外调查,多剖面地层对比分析及岩板墙(YBD)剖面样品的粒度、地球化学元素分析和年代测定,揭示该区晚更新世晚期至全新世早中期环境演变,并探讨其对人类活动的影响。研究表明,30~6 ka B.P.间,澧阳平原由冲沟发育的黄土台地向河湖发育的平原丘岗地貌过渡;气候环境经历了弱暖湿-气候变差-凉湿-波动回暖-暖湿的变化;更新世末至全新世早期稻作农业的出现与该区的环境条件和文化基础密切相关;环境演变也推动了古人类活动范围和聚落特征的变化。

关键词:澧阳平原;环境演变;人类活动;稻作农业

中图分类号:P595 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2016)07-1091-08

晚更新世末至全新世早期,人类历史由旧石器向新石器时代过渡。人类行为由原始的狩猎采集向原始农业转变,出现了农业起源的3个中心地区(西亚、美洲和中国)^[1]。农业的起源与发展,深刻影响了人类社会的经济结构和意识形态,加速了史前文明发展的演化进程。农业考古研究发现,晚更新世晚期人类就开始利用野生谷物,如西亚地区的野生大麦、小麦,中国北方的粟、黍^[2-4]。吊桶环和仙人洞遗址发掘研究发现,古人在晚更新世向早全新世过渡阶段就已开始利用水稻^[5]。此外,在河姆渡、彭头山、八十垱、贾湖等遗址也陆续发现了大量早期稻作痕迹。虽然稻作研究取得了许多成果,但稻作农业起源与发展的环境背景及作用机制研究仍缺乏明确论述。

澧阳平原地处长江中游洞庭湖西北,是史前文化发展的重要区域。该区旧石器晚期、新旧石器过渡时期和新石器时代文化持续发展^[6]。全新世早期稻作农业在该区出现并成为新石器文化最具特色的文化现象。彭头山文化(9 000~7 900 a B.

P.)时期固定居址和聚落环境均已出现,稻作农业有了一定发展。多处遗址出土的陶片都夹杂有大量稻壳和稻叶,八十垱遗址古河道内还发现了近万粒稻谷(米),鉴定认为是一种原始古栽培稻类型^[7]。彭头山文化之后,随着文化持续发展,稻作农业也逐渐迈入更成熟阶段。

澧阳平原具有发达的古文化和丰富的稻作研究资料,其周边洞穴石笋提供了较高分辨率古环境记录^[8-10],因此,在研究稻作农业与古环境关系方面独具优势。2007年来作者对澧阳平原进行多次野外考察,并在平原东北部、涇水右岸的岩板墙遗址开挖一探沟剖面。本文通过对剖面沉积物古环境恢复,结合野外考察和前人研究成果,探讨晚更新世晚期至全新世早中期环境演变及其对人类活动的影响。

1 研究区概况

澧阳平原位于武陵山余脉向洞庭盆地过渡地带,地势西北高东南低,外围高中间低,为典型蝶形盆地^[7](图1)。盆地西北为低山,海拔100~350

收稿日期:2015-10-20; **修改日期:**2016-01-04

基金项目:国家科技支撑计划项目(2013BAK08B02)、国家自然科学基金项目(41271228, 41171006, 41072138)、国家社科基金重大项目(11&ZD183)资助。[Foundation: National Science and Technology Supporting Project (2013BAK08B02), National Natural Science Foundation of China (41271228, 41171006, 41072138), National Social Science Foundation of China (11&ZD183).]

作者简介:郭媛媛(1983-),女,山东临沂人,讲师,博士,主要从事环境演变与环境考古方面的研究。E-mail:yygpku@163.com

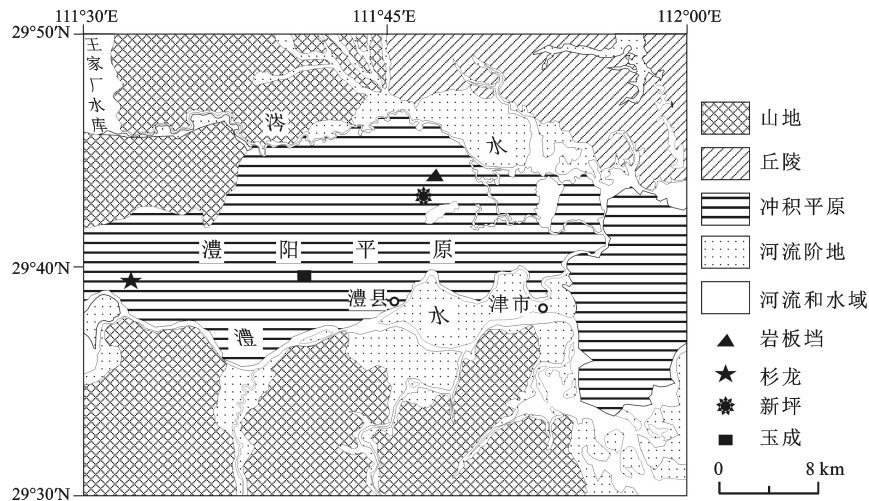


图1 澧阳平原地貌概况及若干遗址剖面位置

Fig.1 Landform of Liyang Plain and locations of Yanbandang(YBD), Shanlong, Xinping and Yucheng profiles

m;盆地以南为低山岗地,分布在澧水以南道水沿岸,海拔50~160 m;盆地以北为丘陵岗地,地壳相对稳定或缓慢抬升,海拔50~120 m;盆地中东部为地势低平相对开阔的冲湖积平原,东南向洞庭湖敞开,海拔34~50 m。平原中间散布许多小丘岗,相对高差仅数米,丘岗上常有古遗址分布。

澧阳平原为中亚热带向北亚热带过渡的季风气候区,大陆性特征较明显,春秋温和,夏热冬寒,年均温16.5℃,年降水量1 100~1 300 mm。区内河流主要有澧水及其支流澹水和涔水。涔水和澹水均为澧水左侧支流,自西向东蜿蜒流过平原,在东部汇入澧水。平原区内沟渠港汊交错,湖泊众多,形成密集水网系统。

2 区域沉积特征与地貌演变

澧阳平原地貌形态受断裂构造影响,周边隆起遭受剥蚀,古老地层出露地表,第四纪沉积仅零星分布在河谷或山前地区。而平原内部地势低洼有厚度较大的第四纪沉积物。下面描述几个典型剖面并对地层进行讨论。

2.1 玉成剖面

玉成(YC)剖面^[11](图2)位于平原中一处台地上,海拔约44 m。从上往下地层堆积依次为:0~20 cm,棕黄色土层,粘土质粉砂;20~88 cm,黑褐色土层,粒度组成以粉砂为主,上部粗细差别较大,中下部质地相对均一;88~104 cm为铁锰结核层,见大量的铁锰结核及斑块;104~160 cm为棕黄

色土层,未见底。玉成剖面沉积物测年结果显示底部黄土为晚更新世时期堆积,相当于黄土高原的马兰黄土。晚更新世黄土之上加积黑褐色土,之后为全新世早期次生黄土堆积,彭头山文化遗存就发现于该层中。

2.2 杉龙岗剖面

杉龙岗位于澧阳平原西部临澧县新安镇的杉龙村,海拔约50 m,相对高差3 m,是一处面积较大的新石器时代遗址。杉龙岗地层堆积见图3。岗地底部为典型河流相沉积,上覆晚更新世黄土堆积,之后为灰褐色粘土质粉砂层,再往上为全新世次生黄土堆积,出土彭头山文化时期陶片和石器。作者曾在杉龙岗东部开挖剖面(见图2)进行研究^[12],测年结果表明,晚更新世黄土层顶部年代为13 ka B.P.左右,灰褐色土层的年代对应更新世末期。

2.3 岩板垱剖面

岩板垱遗址(111°46'53.65"E, 29°43'54.30"N)位于澧阳平原东北部,海拔约37 m。2007年在此试掘一探沟(图4)。岩性自下而上为:①棕黄色粘土质粉砂层,出现弱网纹化现象,未见底;②黄褐色粘土质粉砂层,与下伏地层相比颜色略深,厚约20 cm;③~⑤黑褐色沉积层,厚80~150 cm,出土大量细小石器,且自下而上细小石器数量明显增加;⑥黑色土层,有水平层理,厚约50 cm;⑦棕黄色粘土层,厚约60 cm;⑧灰黄色-深灰色亚粘土层,出土屈家岭文化时期陶片;⑨灰黄色亚粘土层,间锈斑,出土大量石家河文化时期陶片,厚60~70

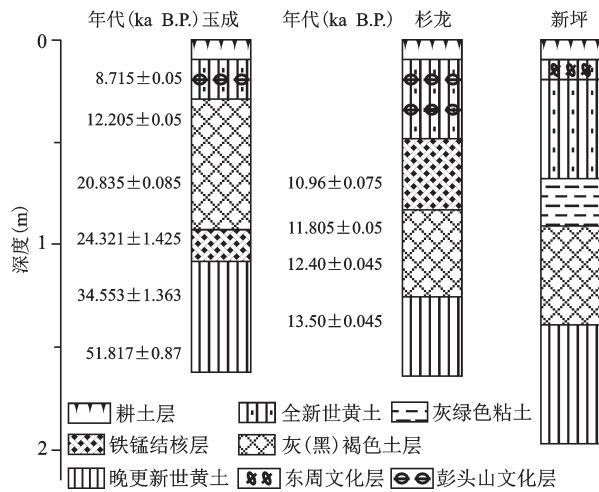


图2 澧阳平原玉成^[11]、杉龙^[12]和新坪剖面地层
Fig.2 Stratigraphical sections of Yucheng^[11], Shanlong^[12] and Xinping profiles in Liyang Plain

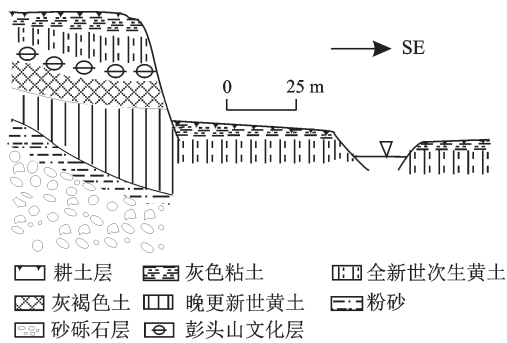


图3 杉龙岗地层剖面
Fig.3 The stratigraphical section of the Shanlonggang, Lixian County

cm; ⑩ 表土和扰土层,深灰色粘土,厚约20 cm。

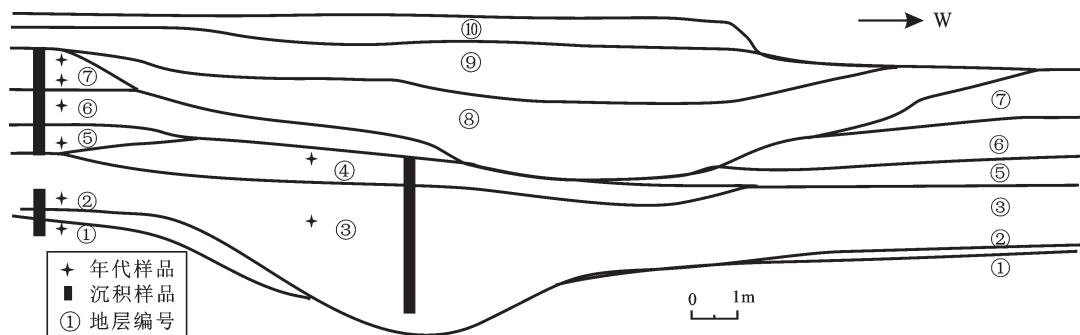
对岩板挡剖面①~⑦层取样进行光释光年代测试,测年结果已另文发表^[13]。根据测年结果,岩板挡剖面地层堆积同样是晚更新世晚期以黄土堆积为主,至23 ka B.P.前后开始下切侵蚀,随后堆积了厚度较大的黑褐色土层,更新世末至全新世早期水分作用加大形成黑色土层。全新世中后期则以棕黄色和灰褐色土层堆积为主。

2.4 新坪剖面

新坪剖面位于澧阳平原东北部涪南乡新坪村,海拔约30 m。剖面由于人工开挖池塘而显露(图2),底部为未见底的黄土堆积,上覆约50 cm厚的黑褐色土层,之上为灰绿色粘土层,伴水平层理,灰绿色粘土层之上为次生黄土堆积,再往上为东周文化层和耕土层。

2.5 区域地貌演化历史

根据不同地点地层堆积和测年结果,可大致恢复澧阳平原晚更新世以来堆积过程及地貌演化历史。澧阳平原晚更新世晚期为普遍的黄土堆积。平原西部靠近山前,河流携带大量物质在出山口处堆积,形成典型的河流相沉积。平原东部可见连续的黄土堆积,如十里岗露头剖面中有S₁和L₁的连续地层。晚更新世黄土的粒度组成以粉砂为主(约60%~80%),粘土和砂含量较少。玉成剖面测年结果证实该层黄土至少在5×10⁴a之前就已开始堆积,并在后期遭受淋溶淀积形成与岩板挡剖面①和②层弱网纹化黄土相对应的铁锰结核层。岩板挡晚更新世黄土堆积后曾出现沉积间断,在第②层之上切割出一条宽约4~5 m的冲沟。总体而言,晚更新世晚期澧阳平原表现为有浅冲沟发育的黄土台地景观,地形高差起伏相对较大。



①. 棕黄色粘土质粉砂层; ②. 黄褐色粘土质粉砂层; ③~⑤. 黑褐色沉积层; ⑥. 黑色土层; ⑦. 棕黄色粘土层; ⑧. 灰黄色-深灰色亚粘土层; ⑨. 灰黄色亚粘土层; ⑩. 表土和扰土层

图4 澧阳平原岩板挡试掘探沟地层剖面
Fig.4 The trench profile at the YBD site in Liyang Plain

晚更新世黄土层之上沉积物颜色变深,西部地势较高的岗地沉积物呈现为棕褐色,而东部地势较低区则为黑褐色。岩板挡剖面的黑褐色土层充填了早期冲沟,进而覆盖了沟顶及沟边平地,其粒度组成相比晚更新世黄土明显变粗。由岩板挡和玉成剖面黑褐色土层的测年结果可知,澧阳平原这一普遍存在的黑褐色土层均形成于更新世末期。由沉积过程分析可知,更新世末期澧阳平原受淤积填平过程影响,地形的高差起伏逐渐缩小。

野外考察发现新坪、丁家岗等地深褐色土层之上为灰绿色粉砂粘土层,略具水平层理。岩板挡黑褐色土层之上则为伴水平层理的黑色土层,该层中部测年结果为 9.92 ± 0.5 ka B.P.。表明步入全新世后,澧阳平原沉积过程受水的影响加大,许多低洼地区开始壅水成湖,水分条件日益改善。此时的澧阳平原是一种河湖较为密集的平原低丘景观,地形高差起伏进一步降低。全新世中期澧阳平原大部分地区为次生黄土堆积,与晚更新世黄土相比其颜色发灰,堆积过程更多地受到水和生物影响。这一时期的澧阳平原地貌景观表现为面积较小的低丘岗,其次为河流及小湖泊,而面积广阔的低平原则是主体。

3 区域气候演化历史

3.1 环境指标分析及意义

对岩板挡探沟剖面①~⑦层沉积物以5 cm间隔取样68个,对全部样品进行粒度分析,在北京大学地表过程分析与模拟重点实验室 Mastersizer 2000 激光粒度分析仪上测试完成。该仪器粒径测量范围为 $0.02 \sim 2\ 000\ \mu\text{m}$,粒径间距为 $0.25\ \Phi$,粒级分辨率为 $0.1\ \Phi$,重复测量误差 $< 2\%$ 。粒度指标作为一种重要的环境指标,广泛应用于黄土、河湖相沉积物研究中。沉积物粒度特征可以一定程度反映沉积时的气候环境^[4]。研究表明,黄土沉积序列粒径大小可指示气候冷暖干湿的变化^[5]。在利用粒度指标提取环境信息时,常需与其他指标相结合来综合分析。

挑选35个样品在北京大学地空学院X射线荧光光谱仪上进行氧化物含量测试。其中, SiO_2 的误差为 $\pm 0.5\%$, Al_2O_3 的误差为 $\pm 0.2\%$,其他常量误差均 $< 0.2\%$ 。测定过程加入国家标样GSS-3和GSS-12进行控制以保证实验分析精度。研究表明,随着岩石风化作用的进行,K、Na、Ca、Mg等碱

金属元素易迁移淋溶,而Si、Al、Ti等稳定元素却在残留相中富集,被淋溶出的K、Mg又易被粘土矿物所吸附^[6]。研究中常用化学蚀变指数(CIA)和风化淋溶指数(ba)来反映风化淋溶强度。CIA值越大,ba值越低,风化淋溶强度越大^[7]。一般湿热气候促进风化淋溶,而干冷气候则限制风化淋溶过程。沉积物中有机质的含量用烧失量来表示^[8]。烧失量的大小受地层中有机质积累与分解过程的综合影响,一般温度越高,有机质分解越彻底。

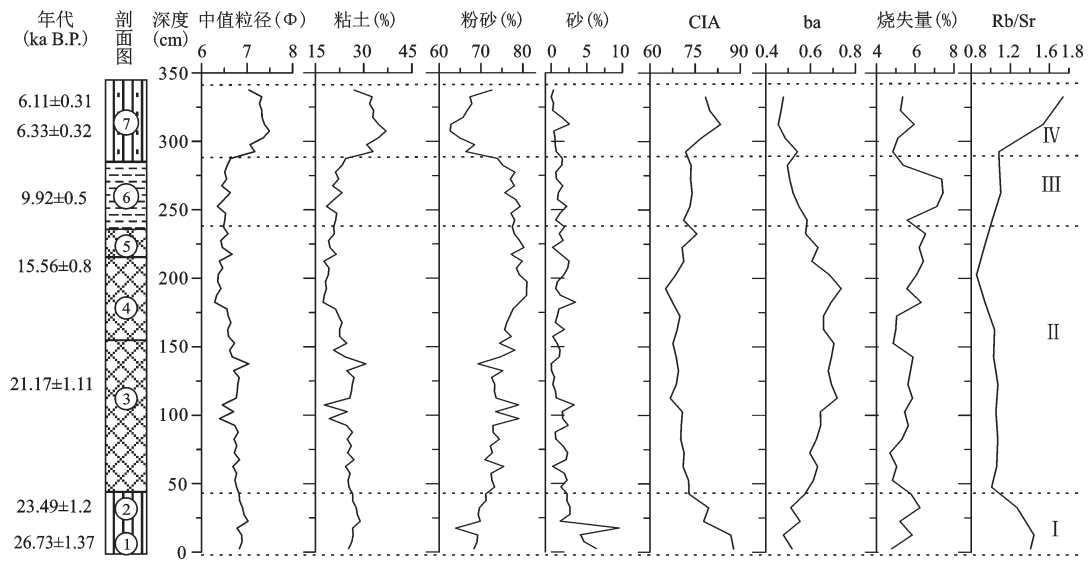
Rb、Sr元素测定在中国地质大学(北京)Agilent 7500 a型等离子质谱仪上完成,共分析19个样品。分析过程使用美国地质调查局标样AGV2和中国地质测试中心标样R1和R2进行分析质量监控,分析数据误差 $< 10\%$ 。Rb、Sr元素在风化成壤过程中易发生分离,Rb由于离子半径大易被粘土矿物吸附,而Sr在地表风化条件下易迁移淋失^[9]。研究中常用Rb/Sr值来反映区域气候环境变化,一般而言,Rb/Sr高值对应较好的气候环境,反映降水较多、温度较高。

3.2 区域气候演化特征

根据岩板挡遗址探沟剖面沉积物的实验分析结果(图5),将其分为4个阶段来探讨澧阳平原气候环境演变过程。

阶段 I (30~23 ka B.P.): 包括剖面①和②层,对应0~45 cm。中值粒径 Φ 值相对较大,粘土含量及粉砂含量较高,砂含量总体较低,但在累积厚度18 cm处突然增高至9.5%,可能受到了地表流水作用的影响。该阶段CIA值(平均81.83)、Rb与Sr比值均较高且略呈降低趋势,ba值(平均50.78%)则较低并呈升高趋势,烧失量在该段表现为高值。综合各指标变化可知该阶段风化淋溶作用比较强烈,植被生长繁茂,气候较为暖湿。澧阳平原周边石笋记录^[9,10]也证实这一时期 $\delta^{18}\text{O}$ 相对偏负,东亚季风强度较大,降水较多,气候环境相对较好。

阶段 II (22~11 ka B.P.): 对应黑褐色土层45~235 cm。该阶段中值粒径 Φ 值和粘土含量波动明显且总体呈先降低后增高趋势,粉砂含量则先增加后减少,砂含量变化不明显。该阶段CIA值和Rb/Sr值明显降低显示为低谷,ba值则较高并显示为高峰。烧失量变化相对复杂,但总体表现相对低值。这些指标变化表明该阶段气候环境明显恶化,温度降低,降水减少,风化淋溶强度显著下降。葫芦洞石笋记录证实19~16 ka B.P.气候冷湿^[10]。江



①. 棕黄色粘土质粉砂层; ②. 黄褐色粘土质粉砂层; ③~⑤. 黑褐色沉积层; ⑥. 黑色土层; ⑦. 棕黄色粘土层

图5 澧阳平原岩板岗剖面各环境指标

Fig.5 The environmental indicators of YBD site in Liyang Plain

西大湖孢粉记录显示 18.3~15.6 ka B.P. 气候温凉偏湿^[20]。西藏东南部湖泊钻孔研究表明末次冰盛期气候寒冷干燥, 年降水量只有现在的 40%^[21]。湖光岩玛珥湖的研究发现, 湛江地区末次冰期最冷期温度低于现今 4~6℃ 以上^[22]。

阶段 III (11~8 ka B.P.): 对应剖面第 ⑥ 层 235~285 cm, 为全新世早期堆积。该阶段粘土含量增加, 粉砂含量降低, 沉积物粒度组成有变细趋势。地球化学指标显示 CIA 值和 Rb 与 Sr 比值相比前期有所升高, ba 值则呈降低趋势。烧失量在该阶段表现为明显高值, 一方面与有机质来源增加有关, 另一方面与厌氧环境下利于有机质储存有关。以上指标分析表明该阶段气温升高, 降水增多, 风化淋溶作用明显增强。澧阳平原周边洞穴石笋研究同样证实全新世早期, 东亚夏季风明显增强, 降水增加^[23-25]。

阶段 IV (6.5~6.0 ka B.P.): 对应剖面的第 ⑦ 层, 285~345 cm。该阶段: 中值粒径 Φ 值及粘土含量迅速增加, 并表现为高峰, 粉砂含量表现为低谷, 砂含量仍然很低且无明显变化。CIA 值和 Rb/Sr 值快速升高出现高峰, ba 值显著降低, 暗示化学风化作用强度较高, 指示全新世大暖期温暖湿润的气候环境。温度的显著升高, 加速了有机质的分解作用, 这一时期烧失量值表现为低谷。施雅风指出, 7.2~6.0 ka B.P. 是全新世大暖期的鼎盛阶段, 气候暖湿, 长江流域温度高出现今 2℃^[26]。江汉平原沔城 M1 钻孔^[27]和荆州 JZ-2010 钻孔^[28]的研究均

证实 6.5~4.4 ka B.P. 为水热配置最佳时期。

综合以上分析, 澧阳平原晚更新世晚期至全新世早中期气候环境经历了弱暖湿-凉湿-气候回暖-暖湿的变化过程。

4 环境演变与古人类活动的关系

4.1 晚更新世晚期

30~23 ka B.P., 澧阳平原为相对暖湿的气候环境, 旧石器晚期古人在周边低山丘陵地区从事狩猎采集活动。23~11 ka B.P., 岩板岗剖面环境指标显示澧阳平原为凉湿的气候环境。众多研究发现, 末次冰盛期中国不同地区均显著降温, 但南方降温幅度低于北方^[29]。具体而言, 张兰生^[30]认为中国南方降温幅度小于 5℃, 黄镇国认为长江中游降温幅度在 5~7℃ 间, 郝瑞辉^[31]认为湖北大九湖地区末次冰盛期时气温比现今低 4℃。考虑到澧阳平原所处纬度及高程, 末次冰盛期降温不会对该区生态和植被产生严重破坏, 这是旧石器晚期乌鸦山文化-十里岗文化-新旧石器过渡时期文化持续发展的重要原因。尽管如此, 降温仍对人类活动产生了一定影响。人类活动范围由山地丘陵向平原扩展, 石器逐渐小型化和精细化, 混合经济形态的产生等^[32], 均是古人应对降温的重要策略。冰消期气候环境逐步改善, 在此背景下澧阳平原率先完成了由旧石器向新石器的过渡, 彭头山文化成为该区乃至整个长江中游地区新石器文化之源。

4.2 全新世早期

全新世早期澧阳平原气候明显转暖,新石器文化有了很大发展,古人已在平原内部丘岗上开始稳定的定居生活,稻作农业作为生产性经济的出现已成不争事实。稻作农业的产生与澧阳平原自然和文化历史关系密切。如前所述,全新世早期气温升高,季风降水增加,澧阳平原许多低洼地区壅水成湖,水分条件得以改善;彭头山遗址孢粉分析证明9~8 ka B.P. 温度仅低于现今0.5~1℃^[33];这些均表明当时的澧阳平原已具备稻作生产的水热条件。从地貌上看,全新世早期澧阳平原呈现为水网交织、湖沼发育、丘岗散布的平原景观,丘岗因地势较高免于水患而成为古人聚落首选之地,丘岗周边常有相对开阔的低平地,土质疏松、土壤肥沃,可满足稻作生产的地貌和土壤条件。从文化历史看,澧阳平原旧石器晚期以来人类活动持续开展从未间断。十里岗遗址曾发现新旧石器过渡时期稻叶植硅石^[32],表明当时有野生稻存在。古人在采集中积累了对野生植物的认识,野生稻因其易保存耐储藏而引起重视,进而被广泛利用和驯化。由此可见,全新世初期澧阳平原具备了稻作生产所需的环境条件和文化基础。稻作农业为文化发展提供了物质基础,而对环境的要求促使人类活动不断向澧阳平原内部扩展。

4.3 全新世中期

中全新世早期气候温暖湿润,澧阳平原表现为河网切割的平原丘岗地貌,小型湖沼洼地进一步增多。适宜的环境条件促进了皂市下层-汤家岗文化的稳定发展,受自然环境影响,临水丘岗、开挖壕沟、垫筑屋基,是这一时期及后期古人聚落栖居的重要特征^[6]。大溪文化早期正值全新世的暖湿阶段,气温和降水均较高,岩板垱剖面 and 八十垱剖面在6.5~6.0 ka B.P. 间均为一套较为纯净的黄土堆积,表明这一时期岩板垱和八十垱所在的涪水下游地区由于地势较低、水位较高不利于人类活动,因而多数大溪早期遗址主要集中在平原中西部地势稍高地区。6 ka B.P. 之后,气温和降水开始降低,水域收缩,岩板垱地区淤积成陆,才又出现了新石器晚期人类的活动。全新世中期,稻作农业在适宜的环境中得到快速发展,并在大溪文化时期成为主要经济形态,水源充沛、易于耕种的低平地段被广泛辟为农田,几乎所有大溪遗址都有稻作痕迹发现,在城头山遗址还发现了水稻

田和配套灌溉设施^[34]。

5 结论

1) 晚更新世晚期澧阳平原为普遍的黄土堆积,上覆灰(黑)褐色土沉积,全新世为次生黄土堆积。晚更新世晚期至全新世早中期地貌景观由浅冲沟发育的黄土台地景观逐渐向河湖发育的平原丘岗地貌过渡,与此同时地形高差起伏降低。

2) 澧阳平原晚更新世晚期至全新世早中期气候环境经历了相对暖湿-凉湿-气候转暖-暖湿4个阶段的变化过程。

3) 末次冰盛期的降温未对当时的文化发展产生严重影响,保证了旧石器晚期和新旧石器过渡时期文化的持续发展。适应自然环境变迁,古人活动空间由低山到丘陵台地,再向平原低地拓展。更新世末期至全新世早期,澧阳平原适宜的环境条件和持续的文化发展为稻作农业的出现奠定了基础。全新世中期适宜的环境条件下人类活动扩展到整个平原低地,与此同时稻作农业也得到快速发展。

参考文献(References):

- [1] Stark M T. Archaeology of Asia[M]. Oxford: Blackwell Publishing, 2006.
- [2] Piperno D R, Weiss E, Holst I et al. Processing of wild cereal grains in the Upper Palaeolithic revealed by starch grain analysis[J]. Nature, 2004, 430(7000): 670-673.
- [3] Lu H Y, Zhang J P, Liu K B et al. Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10 000 years ago[J]. P Natl Acad Sci Usa, 2009, 106(18): 7367-7372.
- [4] Yang X, Wan Z, Perry L et al. Early millet use in northern China [J]. P Natl Acad Sci Usa, 2012, 109(10): 3726-3730.
- [5] Zhao Z J. The middle Yangtze region in China is one place where rice was domesticated: phytolith evidence from the Diaotonghuan cave, northern Jiangxi[J]. Antiquity, 1998, 72(278): 858-866.
- [6] 郭伟民. 新石器时代澧阳平原与汉东地区文化和社会[M]. 北京: 文物出版社, 2010. [Guo Weimin. The Neolithic culture and society in Liyang Plain and Eastern Hanjiang river region. Beijing: Cultural Press, 2010.]
- [7] 湖南文物考古研究所. 彭头山与八十垱[M]. 北京: 科学出版社, 2006. [Hunan Institute of cultural relics and Archaeology. Pengtoushan and Bashidang. Beijing: Science Press, 2006]
- [8] Shao X H, Wang Y J, Cheng H et al. Long-term trend and abrupt events of the Holocene Asian monsoon inferred from a stalagmite delta O-18 record from Shennongjia in Central China[J]. Chinese Sci Bull, 2006, 51(2): 221-228.

- [9] 赵侃,孔兴功,程海,等. MIS 3 晚期东亚季风强度和DO事件年龄[J]. 第四纪研究,2008,28(1): 177-183.[Zhao Kan, Kong Xing-gong, Cheng Hai et al. Intensity and timing of D-O events of east Asian monsoon during the late episode of MIS 3. Quaternary Sciences, 2008, 28(1): 177-183.]
- [10] Wang Y J, Cheng H, Edwards R L et al. A high-resolution absolute-dated Late Pleistocene monsoon record from Hulu Cave, China[J]. Science, 2001, 294(5550): 2345-2348.
- [11] 毛龙江,莫多闻,周昆叔,等. 澧阳平原末次冰期-早全新世气候环境演变研究[J]. 土壤通报, 2010,41(5): 1025-1029.[Mao Longjiang, Mo Duowen, Zhou Kunshu et al. Environmental change recorded by sediments from Liyang Plain in the middle reaches of Yangtze River. Chinese Journal of Soil Science, 2010,41(5): 1025-1029.]
- [12] 毛龙江,莫多闻,周昆叔,等. 澧阳平原晚冰期短尺度气候变化的风成沉积物稀土元素和粒度记录[J]. 中国沙漠, 2010,32(2): 267-272. [Mao Longjiang, Mo Duowen, Zhou Kunshu et al. Short-term climate events in Late Glacial recorded by rare earth elements and sedimentary grain-size in tableland profile in Liyang Plain, Hunan. Journal of Desert Research, 2010,32(2): 267-272.]
- [13] 郭媛媛,莫多闻,毛龙江,等. 澧阳平原岩板岩剖面地球化学特征与风化强度研究[J]. 地理科学,2013,33(3): 335-341.[Guo Yuanyuan, Mo Duowen, Mao Longjiang et al. Geochemical Characteristics and Weathering Intensity of the Yanbandang Profile in Liyang Plain, the Middle Reach of the Changjiang River. Scientia Geographica Sinica, 2013, 33(3): 335-341.]
- [14] 舒强,陈晔,赵志军,等. 江淮平原地区晚冰期以来的气候与环境变化记录[J]. 地理科学, 2013, 33(11): 1377-1382.[Shu Qiang, Chen Ye, Zhao Zhijun et al. Paleoclimatic and Paleoenvironmental Evolution Since the Late Glacial Epoch in Jianghuai Plain. Scientia Geographica Sinica, 2013, 33(11): 1377-1382.]
- [15] An Z S, Kukla G, Porter S C et al. Late Quaternary Dust Flow on the Chinese Loess Plateau [J]. Catena, 1991, 18(2): 125-132
- [16] Nesbitt H W, Young G M. Early Proterozoic Climates and Plate Motions Inferred from Major Element Chemistry of Lutites[J]. Nature, 1982, 299(5885): 715-717.
- [17] 董红梅,赵景波,宋友桂. 长安少陵塬S4古土壤化学成分与环境变化[J]. 地理科学, 2010, 30 (6): 904-909.[Dong Hongmei, Zhao Jingbo, Song Yougui. Geochemical Components and Paleoenvironment Implication for S4 Paleosol in haolingyuan, Chang'an County. Scientia Geographica Sinica, 2010, 30(6): 904-909.]
- [18] Ma C, Zhu C, Zheng C et al. High-resolution geochemistry records of climate changes since Late glacial from Dajiuhe peat in Shennongjia Mountains, Central China. Chinese Science Bulletin, 2008, 53(S1): 28-41.
- [19] Dasch E J. Strontium isotopes in weathering profiles, deep-sea sediments, and sedimentary rocks[J]. Geochim Cosmochim Acta, 1969, 33(12): 1521-1552.
- [20] 萧家仪,吕海波,周卫健,等. 末次盛冰期以来江西大湖孢粉植被与环境演变[J]. 中国科学(D辑:地球科学), 2007,37(6): 789-797.[Xiao Jiayi, Lyu Haibo, Zhou Weijian et al. Evolution of vegetation and climate since the last glacial maximum recorded at Dahu peat site, South China. Science in China (Series D), 2007, 37(6): 789-797.]
- [21] 唐领余,沈才明,廖滢标,等. 末次盛冰期以来西藏东南部的气候变化——西藏东南部的花粉记录[J]. 中国科学(D辑:地球科学), 2004,34(5): 436-442.[Tang Lingyu, Shen Caiming, Liao Jinbiao et al. Climate change since the Last glacial maximum from a pollen record in southeastern Tibet. Science in China (Series D), 2004,34(5): 436-442.]
- [22] 吕厚远,刘嘉麒,储国强,等. 末次冰期以来湛江湖光岩玛珉湖孢粉记录及古环境变化[J]. 古生物学报, 2003,42(2): 284-291. [Lyu Houyuan, Liu Jiaqi, Chu Guoqiang et al. A study of pollen and environment in the Huguangyan Maar Lake since glaciation. Acta Palaeontologica Sinica, 2003,42(2): 284-291.]
- [23] 彭子成,张兆峰,蔡演军,等. 贵州七星洞晚更新世晚期石笋的古气候环境记录[J]. 第四纪研究, 2002,22(3): 273-282.[Peng Zicheng, Zhang Zhaofeng, Cai Yanjun et al. The Paleoclimatic records from the late Pleistocene stalagmite in Guizhou Qixing cave. Quaternary Sciences, 2002,22(3): 273-282.]
- [24] 张美良,程海,林玉石,等. 贵州荔波1.5万年以来石笋高分辨率古气候环境记录[J]. 地球化学, 2004,33(1): 65-74.[Zhang Meiliang, Cheng Hai, Lin Yushi et al. High resolution paleoclimatic environment records from a stalagmite of Dongge cave since 15000 a in Libo, Guizhou Province, China. Geochimica, 2004,33(1): 65-74.]
- [25] Wang Y J, Cheng H, Edwards R L et al. The Holocene Asian Monsoon: Links to solar changes and North Atlantic climate [J]. Science, 2005, 308(5723): 854-857.
- [26] 施雅风,孔昭宸,王苏民,等. 中国全新世大暖期的气候波动与重要事件 [J]. 中国科学(B辑),1992,(12): 1300-1308.[Shi Yafeng, Kong Zhaochen, Wang Sumin et al. Climate change and important events during Holocene Climatic Optimum. Science in China (series B), 1992,(12): 1300-1308.]
- [27] 羊向东,朱育新,蒋雪中,等. 沔阳地区一万多年来孢粉记录的环境演变[J]. 湖泊科学, 1998, 10(2): 23-29.[Yang Xiangdong, Zhu Yuxin, Jiang Xuezhong et al. Environmental evolution since 10 000 a from a pollen record in Mianyang region. Journal of Lake Sciences, 1998, 10(2): 23-29.]
- [28] 李枫,吴立,朱诚,等. 江汉平原12.76 cal. ka B.P.以来环境干湿变化的高分辨率研究[J]. 地理科学,2012, 32(7): 878-884.[Li Feng, Wu Li, Zhu Cheng et al. A High-resolution Study of Moisture Evolution in the Jianghan Plain Since 12.76 cal. ka B.P. Scientia Geographica Sinica, 2012, 32(7): 878-884.]
- [29] Higman C, Lu T L. The origins and dispersal of rice cultivation [J]. Antiquity, 1998, 72 (278), 867-877.
- [30] 张兰生. 我国晚更新世最后冰期气候复原[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 1980, (1): 101-108. [Zhang Lansheng. Reconstruction of the climate of late Pleistocene Ice Age in China. Journal of Beijing Normal University, 1980, (1): 101-118.]

- [31] 郝瑞辉. 鄂西大九湖地区末次冰期的植被与气候[D]. 南京:南京师范大学硕士论文, 1998. [Hao Ruihui. The vegetation and climate during the last glacial maximum at Dajiuhu site, west of Hubei Province. Master Thesis, Nanjing: Nanjing Normal University, China. 1998.]
- [32] 裴安平. 史前光谱经济与稻作农业[J]. 中国农史, 2008, (2): 3-11. [Pei Anping. Broad spectrum Economy and Rice Agriculture in Prehistory. Agricultural History of China, 2008, (2): 3-11.]
- [33] 顾海滨. 湖南澧县彭头山遗址孢粉分析与古环境探讨[J]. 文物, 1990, (8): 30-32. [Gu Haibin. Pollen analysis and the paleoenvironment of the Pengtoushan site, Hunan province. Culture, 1990, (8): 30-32.]
- [34] 何介钧, 安田喜宪. 澧县城头山-中日合作澧阳平原环境考古与有关综合研究[M]. 北京:文物出版社, 2007. [He Jiejun, Yasuda Yoshinori. Chengtoushan in Lixian County Excavation report of a Neolithic Site. Beijing: Cultural Relics Press, 2007.]

The Environmental Change of Late Pleistocene to Early and Middle Holocene and Its Impact on Human Activities in Liyang Plain, Hunan Province, China

Guo Yuanyuan¹, Mo Duowen², Mao Longjiang³, Guo Weimin⁴

(1. College of Resource and Environment, Linyi University, Linyi 276000, Shandong, China; 2. Laboratory for Earth Surface Process, Ministry of Education, College of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China; 3. College of Marine Science, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, Jiangsu, China; 4. Hunan Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology, Changsha 410008, Hunan, China)

Abstract: Based on detailed field surveys, comparison of strata of typical profiles and experimental analysis (including grain size, geochemical analysis and optically stimulated luminescence (OSL) dating) of samples collected at the Yanbangdang (YBD) site, we explored the environmental evolution from Late Pleistocene to Middle Holocene and its impact on human activities, especially on the origin and development of rice agriculture in Liyang Plain. The results showed that the climate of the Liyang Plain during 30-6 ka B.P. experienced five stages: relatively warm and humid in the Late Pleistocene, cool and humid during the Last Glacial Maximum (LGM), fluctuated warming in the terminal Pleistocene and Early Holocene, and warm and humid during the Middle Holocene. In the Late Pleistocene, landforms of the Liyang Plain were characterized by tablelands drained by rivers and gullies in the Late Pleistocene, with topographic relief much higher than present. As climatic amelioration during the terminal Pleistocene and Early Holocene, continuous filling and siltation occurred in Liyang Plain and large areas of wetland was formed. Landscapes of the Liyang Plain at this time were mainly plains and hillocks with dense rivers and lakes and the topographic relief was gradually reduced. During the Middle Holocene, landforms of Liyang Plain were mainly alluvial and lacustrine plains with scattered mounds and hillocks. Under the relatively suitable environmental condition of the Late Pleistocene, the Late Paleolithic human activities existed continuously in Liyang Plain especially in the surrounding mountain and hill areas. Climate cooling during the LGM did not cause severe damages to regional ecosystem and ancient people also took steps to temperature drop, which allowed continued development of transitional culture from the Paleolithic to the Neolithic in Liyang Plain. Liyang Plain had favorable environmental conditions (e. g., abundant moisture, proper temperature, suitable landforms and rich fertile soil) and solid cultural foundation (continuous human activities and a long history of rice exploitation) in Early Holocene, which contributed to the origin and development of rice agriculture in this area. The warm and humid of the Middle Holocene climate promoted rice agriculture to a new level and the Neolithic culture expanded to the lower flat plain areas.

Key words: Liyang Plain; environmental changes; human activities; rice agriculture