



论文

气候变化背景下人类的演化与适应专题

淮河上、中游地区史前稻-旱混作农业模式的形成、发展与区域差异

杨玉璋^①, 程至杰^①, 李为亚^{①②}, 姚凌^①, 李占扬^③, 罗武宏^{①*}, 袁增箭^①,
张娟^①, 张居中^{①†}

① 中国科学技术大学科技史与科技考古系, 合肥 230026;

② Faculty of Archaeology, Leiden University, Leiden 2333CC, Netherlands;

③ 河南省文物考古研究院, 郑州 450000

* 通讯作者, E-mail: lwh0551@mail.ustc.edu.cn;

† 通讯作者, E-mail: juzhzh@ustc.edu.cn

收稿日期: 2016-02-26; 接受日期: 2016-06-30; 网络版发表日期: 2016-08-04

中国科学院战略性先导科技专项项目(编号: XDA05130503)、国家重点基础研究发展计划项目(编号: 2015CB953802)、国家自然科学基金项目(批准号: 41472148, 41502164)和教育部人文社会科学研究规划基金项目(编号: 15YJA780003)资助

摘要 稻-旱混作是淮河上、中游地区史前农业发展的基本模式。现有资料显示, 该模式在淮河上游地区最早出现于 7.8~7.0ka BP 的裴李岗文化中晚期, 且至迟在 5.0~4.0ka BP 的新石器时代末期, 成为淮河上、中游地区普遍盛行的农业生产方式。然而, 对于该农业生产模式在淮河上游地区出现后的发展过程, 淮河中游地区的早期农业类型及其发展过程与淮河上游地区是否存在区域差异等问题, 目前皆不清楚。本文利用浮选法和淀粉粒分析方法, 对淮河上、中游地区不同地域和不同阶段的 8 处新石器时代遗址的炭化及微体植物遗存进行了分析, 结果显示, 淮河上游稻-旱混作的农业模式自新石器时代中期后段(8.0~7.0ka BP)在裴李岗文化区出现后, 经历了新石器时代晚期(6.8~5.0ka BP)的快速发展阶段, 至新石器时代末期(5.0~4.0ka BP)完全确立了该模式在人类经济生活中的主体地位。与上游地区不同的是, 淮河中游地区新石器时代中期(8.5~6.8ka BP)的原始农业为单一的稻作农业模式, 但至新石器时代末期同样形成了稻-旱混作的农业模式。此外, 分析结果还显示, 淮河上、中游地区新石器时代末期虽然同属稻-旱混作的农业模式, 但水稻与粟、黍在这一模式内部结构中的地位在上述两个地区之间存在明显差异。该研究结果对了解淮河上、中游地区史前农业的发展、演变过程以及新石器时代气候环境变化与文化变迁背景下的人类适应方式等问题有重要科学意义。

关键词 淮河上中游, 新石器时代, 稻-旱混作, 发展过程, 区域差异

中文引用格式: 杨玉璋, 程至杰, 李为亚, 姚凌, 李占扬, 罗武宏, 袁增箭, 张娟, 张居中. 2016. 淮河上、中游地区史前稻-旱混作农业模式的形成、发展与区域差异. 中国科学: 地球科学, 46: 1037–1050, doi: 10.1360/N072015-00340

英文引用格式: Yang Y Z, Cheng Z J, Yao L, Li Z Y, Li W Y, Luo W H, Yuan Z J, Zhang J, Zhang J Z. 2016. The emergence, development and regional differences of mixed farming of rice and millet in the upper and middle Huai River Valley, China. Science China Earth Sciences, 59: 1779–1790, doi: 10.1007/s11430-015-5088-4

1 引言

农业的起源与发展长期以来一直是国际学术界重点关注的热点问题, 农业的出现深刻地影响了人类社会的演进进程, 是人类文明起源与早期社会进步的主要内在动因之一(Childe, 1951; 严文明, 2000; Bar-Yosef, 2011). 中国是世界三大农业起源中心之一, 其中, 南方长江中下游地区是东亚栽培稻的起源中心, 华北或黄土高原地区则是中国粟、黍类旱地作物的起源地. 近40年来, 中国的农业起源与发展问题受到了国内外学术界的广泛关注, 现有研究表明, 自开始于11.5ka BP的全新世以来, 中国南北方不同地区就大体同时开始了水稻和粟、黍作物的栽培驯化(Zhao, 1998; Lu等, 2009; Yang等, 2012; Wu等, 2014).

淮河上、中游地区位于中国东部长江和黄河两大流域之间, 该区域不仅是中国东部南北地理、气候过渡带, 也是中国南方稻作农业区与北方旱作农业区的过渡地带, 同时还是史前中国黄河流域和长江流域、东部沿海与西部腹地古文化交流、碰撞与融合的核心区域. 从农作物的结构组成来看, 稻-旱混作是该区域农业生产的最显著特征(张居中等, 2014). 根据现有研究资料, 淮河上游地区早在裴李岗文化中期阶段就已出现稻-旱混作的农业模式(Zhang等, 2012), 且这一模式直至新石器时代末期的龙山文化阶段在该区域依然存在(赵志军和方燕明, 2007; 刘昶和方燕明, 2010), 而淮河中游地区最早的稻-旱混作农业记录出现在新石器时代末期的蒙城尉迟寺遗址(王增林和吴加安, 1998; 赵志军, 2010). 目前对于淮河上游地区距今8000年前的新石器时代中期早段是否已经出现稻-旱混作农业模式、且这一模式在淮河中游地区是否同时出现, 以及这一模式出现后, 其发展演变过程以及稻、旱作物结构比例是否存在区域差异等问题皆不清楚.

本文运用浮选法、淀粉粒分析方法对淮河上、中游地区8处新石器时代不同阶段遗址开展了炭化和微体植物遗存研究, 在此基础上, 综合以往植物考古研究成果, 分阶段对淮河上中游地区新石器时代以来稻-旱混作农业模式的形成、发展过程及区域差异等问题进行了分析. 本文首次在新石器时代这样一个较长的时间尺度内考察淮河上、中游地区原始农业的发生与演化过程, 其结果可为了解中国东部南北气

候、农业和文化过渡区史前人类生业形式的演进过程及其与气候环境变化的关系, 探索研究区史前人类考古学文化发展演变的内在动因等问题提供重要的科学依据.

2 遗址及区域概况

近年来的考古发掘和研究结果显示, 淮河上游与中游地区的史前考古学文化具有不同的区域特征, 但根据出土器物、地层叠压关系及¹⁴C测年数据, 这两个区域的考古学文化发展基本可分为新石器时代早期(约11.5~9.0ka BP)、新石器时代中期(约9.0~6.8ka BP)、新石器时代晚期(约6.8~5.0ka BP)和新石器时代末期4个阶段(约5.0~4.0ka BP)(张居中, 2005; 栾丰实, 2005; 高广仁, 2005). 根据考古遗址的代表性及资料的可获取性, 本文选择旧石器时代晚期至新石器时代早期之交的河南许昌灵井遗址第5层, 新石器时代中期的河南舞阳贾湖遗址、江苏泗洪顺山集遗址, 新石器时代晚期的河南舞阳阿岗寺、湖南郭遗址, 新石器时代末期的河南漯河凌云台、舞阳寺疙瘩以及安徽宿州杨堡共8处遗址开展了炭化或微体植物遗存分析(图1). 各遗址的详细情况见表1. 从遗址的年代及地理分布来看, 本次选择的8处遗址基本涵盖了淮河上中游地区新石器时代考古学文化发展的各个阶段, 通过对这8处遗址出土植物遗存的研究可以为我们了解淮河上、中游地区史前稻旱混作农业模式形成、发展的基本过程及区域特征等问题提供科学的研究资料. 值得注意的是, 可能由于气候环境和区域地貌等因素的影响, 淮河中游地区新石器时代晚期古文化发展处于一个低潮期, 遗址数量稀少(黄润等, 2005), 目前也未见有相关的考古发掘和研究工作, 因此本文中未对该区域新石器时代晚期的农业发展状况进行研究.

淮河上、中游地区横跨河南中东部、安徽中北部及江苏西北部分地区, 其中, 豫皖两省交界的洪河口以上为上游, 洪河口至洪泽湖出口处的三河闸为中游. 该区域现代气候特点以淮河一线为界, 分为南北两个区域. 其中, 南部多丘陵山地, 属北亚热带湿润季风气候, 水热资源丰富, 年平均气温在15℃以上, 年降水量约1000~1200mm, 无霜期在220天以上, 现代主要种植的农作物有水稻、小麦、油菜等. 北部地

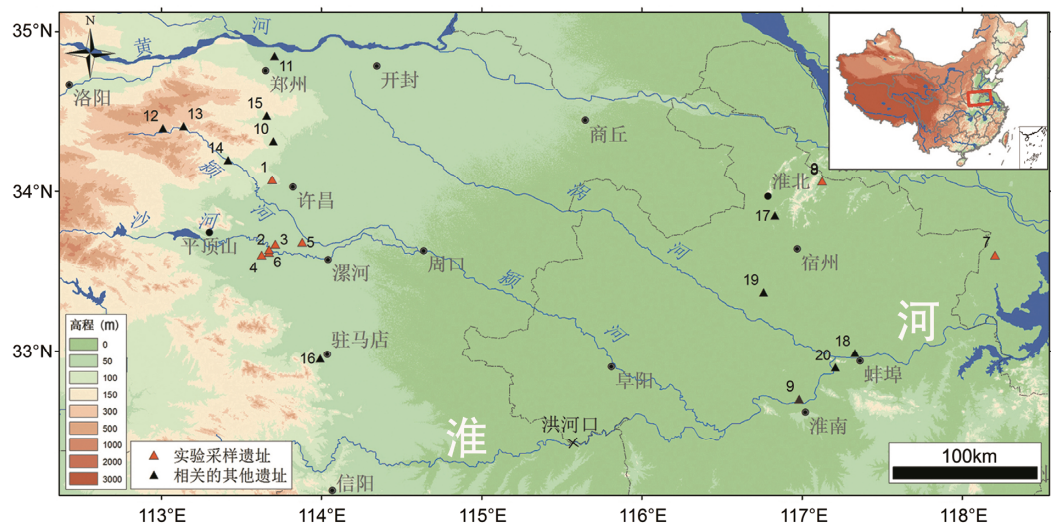


图 1 淮河上、中游 8 处取样遗址及相关遗址地理位置图

1、灵井遗址; 2、贾湖遗址; 3、湖南郭遗址; 4、阿岗寺遗址; 5、凌云台遗址; 6、寺疙瘩遗址; 7、顺山集遗址; 8、杨堡遗址; 9、小孙岗遗址; 10、唐户遗址; 11、大河村遗址; 12、袁桥遗址; 13、王城岗遗址; 14、瓦店遗址; 15、古城寨遗址; 16、杨庄遗址; 17、石山子遗址; 18、双墩遗址; 19、尉迟寺遗址; 20、禹会遗址

表 1 淮河上、中游地区 8 处不同时代史前遗址及样品采集情况表^{a)}

遗址名称	地理位置	样品年代	样品来源	样品类型及数量	分析方法
灵井遗址	河南许昌(淮河上游)	14.0~11.0ka BP	考古发掘	陶片8件、石器10件	淀粉粒分析
贾湖遗址	河南舞阳(淮河上游)	9.0~7.5ka BP	考古发掘	遗址土样5440升	大植物遗存分析
顺山集遗址	江苏泗洪(淮河中游)	8.5~7.0ka BP	考古发掘	陶片29件、石器17件	淀粉粒分析
阿岗寺遗址	河南舞阳(淮河上游)	5.4~5.1ka BP	考古调查	土样293升	大植物遗存分析
湖南郭遗址	河南舞阳(淮河上游)	5.7~5.0ka BP	考古调查	土样310升	大植物遗存分析
杨堡遗址	安徽宿州(淮河中游)	新石器时代末期	考古发掘	遗址土样460升	大植物遗存分析
凌云台遗址	河南漯河(淮河上游)	4.0~3.9ka BP	考古调查	土样71升	大植物遗存分析
寺疙瘩遗址	河南舞阳(淮河上游)	4.2~4.1ka BP	考古调查	土样156升	大植物遗存分析

a) 灵井、贾湖、顺山集遗址¹⁴C年代来自各遗址发掘报告或简报, 阿岗寺、湖南郭、凌云台、寺疙瘩遗址¹⁴C年代由本课题采集遗址炭化物测定

区为广阔的黄淮平原, 属暖温带湿润-半湿润区, 境内多河、湖、沟、塘, 地势平坦低洼, 每逢雨季, 常积水成灾, 年平均气温在14℃以上, 年降水量约800~900mm, 低于淮河以南地区, 无霜期与淮河以南地区相似, 约220天, 现代主要种植的农作物包括小麦、玉米、棉花、大豆等(河南省气象局, 1980; 安徽省气象局资料室, 1983).

3 材料与方法

3.1 研究材料

本文共选择了淮河上中游地区不同地域、不同

时代的8处遗址进行植物遗存研究, 由于各遗址的田野考古工作实际情况不同, 因此, 各遗址的研究材料、样品量及材料的获取方式也有所不同. 其中, 对近年来开展了田野考古发掘工作的贾湖、杨堡遗址, 我们进行了较为系统的土样采集和浮选工作, 而对未进行考古发掘但遗址保留有较好剖面的阿岗寺、湖南郭、凌云台和寺疙瘩遗址, 我们则通过在遗址剖面按地层和遗迹单位采集土样并进行浮选的方式获取炭化植物遗存, 此外, 对年代较早的灵井遗址以及虽然开展了浮选工作, 但获取到炭化植物遗存较少的顺山集遗址, 我们则应用淀粉粒分析方法对这2处遗址出土石器和陶器表面残留物进行了分

析. 各遗址的研究材料、样品量及样品来源等情况如表1所示.

3.2 研究方法

炭化植物遗存分析首先要利用浮选法获取遗址采集土样中的炭化物. 对于贾湖等正式发掘的遗址, 采用针对性采样法, 即以性质比较明确的遗迹和地层为主要采样单位, 原则上在发掘过程中每处遗迹收取一份浮选样品, 对于较大的遗迹单位, 其堆积若能再细分层, 则逐层或选择其中的重要部位分别取样. 对于通过野外调查取样的阿岗寺、凌云台等遗址, 主要是选择遗址合适的剖面, 按地层堆积顺序逐层进行土样采集.

土样的浮选工作使用水波浮选仪或小水桶进行, 用80目分样筛收取轻浮样品, 20目分样筛收集重浮样品. 阴干后的轻浮、重浮样品在中国科学技术大学生物考古实验室进行拣选、鉴定. 植物种属鉴定主要通过对照本实验室收集的现代植物标本、炭化植物标本及相关植物图谱(关广清, 2000; 印丽萍, 1997; 郭琼霞, 1998; 郭巧生, 2009; 中山至大等, 2004)进行. 炭化植物遗存的量化分析包括绝对数量分析和出土概率分析两个方面, 其中, 出土概率分析以“有”和“无”作为计量标准, 根据出土有该植物种类的样品在采集到的样品总数中所占的比例计算得出, 其结果可反映在遗址中发现某种植物种类的可能性(赵志军和张居中, 2009).

淀粉粒分析包括淀粉粒的提取和鉴定. 首先, 通过水洗及超声波清洗的方法, 在石器的使用面和陶器的内壁采集样品, 同时在石器的非使用面和陶器外壁采集对照水样, 以排除非器物使用过程中引入的干扰与污染; 然后, 以10%的HCl和5%的 $(\text{NaPO}_3)_6$ 溶液处理试样以降低样品中杂质的背景, 并利用比重高于1.8的 CsCl 重液离心的方法提取古代植物淀粉粒. 最后, 通过与本实验室收集整理的禾本科、豆科、壳斗科和块根块茎类等近30个属70余种现代植物淀粉粒进行显微形态学的对比分析, 同时参考已发表的现代植物淀粉粒相关文献(Liu等, 2013, 2014; Yang和Perry, 2013; Perry和Michael Quigg, 2011; Piperno等, 2004; Torrence和Barton, 2006; 葛威等, 2010; 刘莉等, 2014; 万智巍等, 2011; 韦存虚等, 2008; 杨晓燕等, 2009, 2010), 鉴定样品中淀粉粒的

植物种属来源.

4 结果与分析

4.1 新石器时代早期(11.5~9.0ka BP)植物遗存分析

本文分析的新石器时代早期植物遗存来自淮河上游灵井遗址第5层出土石器和陶器表面残留的淀粉粒. 该遗址第5层出土10件石器和8件陶片表面共提取到39粒古代淀粉粒, 根据淀粉粒的形态、大小以及正交偏光下的消光特性等指标, 可将其可分为7个不同类型(图2), 除3类因表面损伤或种属特征不明确难以鉴定外, 其余4类淀粉粒分别来源于栝楼(*Trichosanthes kirilowii*)根、禾本科小麦族(*Triticeae*)植物、薏苡(*Coix lacryma-jobi*)和慈姑(*Sagittaria trifolia*). 上述淀粉粒来源植物基本属于人类采集的野生植物.

4.2 新石器时代中期(9.0~6.8ka BP)植物遗存分析

新石器时代中期植物遗存来自淮河上游的河南舞阳贾湖和淮河中游的江苏泗洪顺山集2处遗址. 贾湖遗址浮选发现了丰富的炭化植物遗存(图3), 包括水稻(*Oryza sativa*)、野大豆(*Glycine soja*)、葡萄属(*Vitis*)、菱属(*Trapa*)、栎属(*Quercus*)、莲藕(*Nelumbo nucifera*)和山核桃(*Carya cathayensis*)等植物种子、果实或核壳以及藜科(*Chenopodiaceae*)、苋科(*Amaranthaceae*)和马齿苋科(*Portulacaceae*)等杂草种子共计6300余粒(块). 根据遗址地层和遗迹单位的叠压打破关系来看, 本次浮选出土炭化植物遗存的遗迹单位基本属于贾湖二期(约8.5~8.0ka BP). 各类炭化植物遗存的出土概率如图3所示, 从图中可见, 通过采集获取的菱属、野大豆和葡萄属等植物遗存的出土概率明显高于农作物水稻, 表明至迟在贾湖二期以前, 采集仍是该遗址先民获取植物性食物资源的主要方式.

顺山集遗址淀粉粒分析共选择了17件石器和29件陶片样品, 但只有8件石器与10件陶片标本仅在样品使用面上提取到古代淀粉粒. 实验结果中除去损伤严重无法鉴定的淀粉粒外, 8件石器使用面和10件陶片内壁上提取到单粒淀粉粒数量分别为175粒和239粒, 按照形态学特征差异, 这些淀粉粒可分为4类5种, 包括来自禾本科薏苡、水稻、小麦族和葫芦科栝楼根以及1种未知种属的植物淀粉粒(图4). 从实验

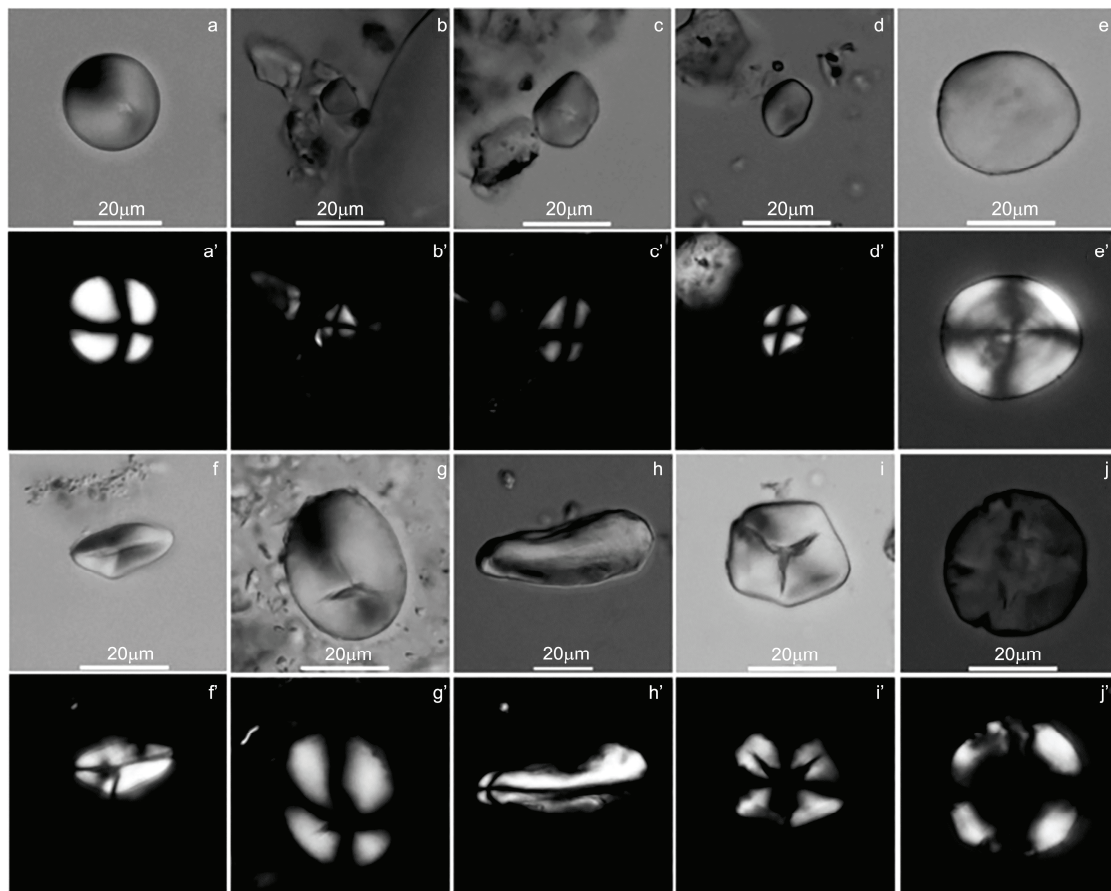


图 2 灵井遗址石器、陶器表面残留古代淀粉粒

(a)、(a')、(b)、(b') 栝楼(*Trichosanthes kirilowii*)根淀粉粒; (c)、(c')、(d)、(d') 薏苡(*Coix lacryma-jobi*)淀粉粒; (e)、(e')、(f)、(f') 小麦族植物(*Triticaceae*)淀粉粒; (g)、(g') 慈菇(*Sagittaria trifolia*)淀粉粒; (h)、(h') 未知根茎淀粉粒; (i)、(i') 未知植物淀粉粒; (j)、(j') 损伤淀粉粒

结果来看, 顺山集遗址先民虽已开始种植水稻, 但更多地仍是采集多种其他的植物性食物资源。

4.3 新石器时代晚期(6.8~5.0ka BP)植物遗存分析

新石器时代晚期植物遗存来自淮河上游的河南湖南郭、阿岗寺2处仰韶文化遗址。2处遗址土样浮选共发现炭化植物种子等遗存3701粒(块)。根据种属鉴定结果来看, 这些炭化植物遗存主要是农作物粟、黍(*Panicum miliaceum*)、水稻以及狗尾草属(*Setaria*)、马唐属(*Digitaria*)和稗属(*Echinochloa*)等田间杂草种子, 此外还发现有极少量的栎属、杏属(*Armeniaca*)和柿属(*Diospyros*)等可食用的野生植物遗存(图5)。各类植物遗存的出土概率(图5)显示, 农作物粟、黍和水稻的出土概率明显高于其他植物遗存, 其次是狗尾草属和马唐属等杂草种子, 而通过采集获取的植物性食

物资源如栎属、柿属等出土概率皆低于10%, 结合其实际发现数量分析, 这些采集获取的食物资源在整个植物遗存中只属零星发现。

4.4 新石器时代末期(5.0~4.0ka BP)植物遗存分析

新石器时代末期植物遗存来自淮河上游的河南凌云台、寺疙瘩2处遗址以及淮河中游的安徽杨堡遗址。凌云台和寺疙瘩遗址共浮选出龙山时期各类炭化植物种子等遗存497粒。根据植物种属的鉴定结果, 这些炭化种子主要是农作物粟、黍、水稻大豆属(*Glycine*)及狗尾草属、稗属等杂草种子(图6)。各类植物遗存的出土概率如图6显示, 农作物中粟的出土概率最高, 黍次之, 水稻最低。值得注意的是, 凌云台遗址还发现了较为丰富的大豆属植物种子, 但目前尚难以判断这些大豆属植物的栽培属性。

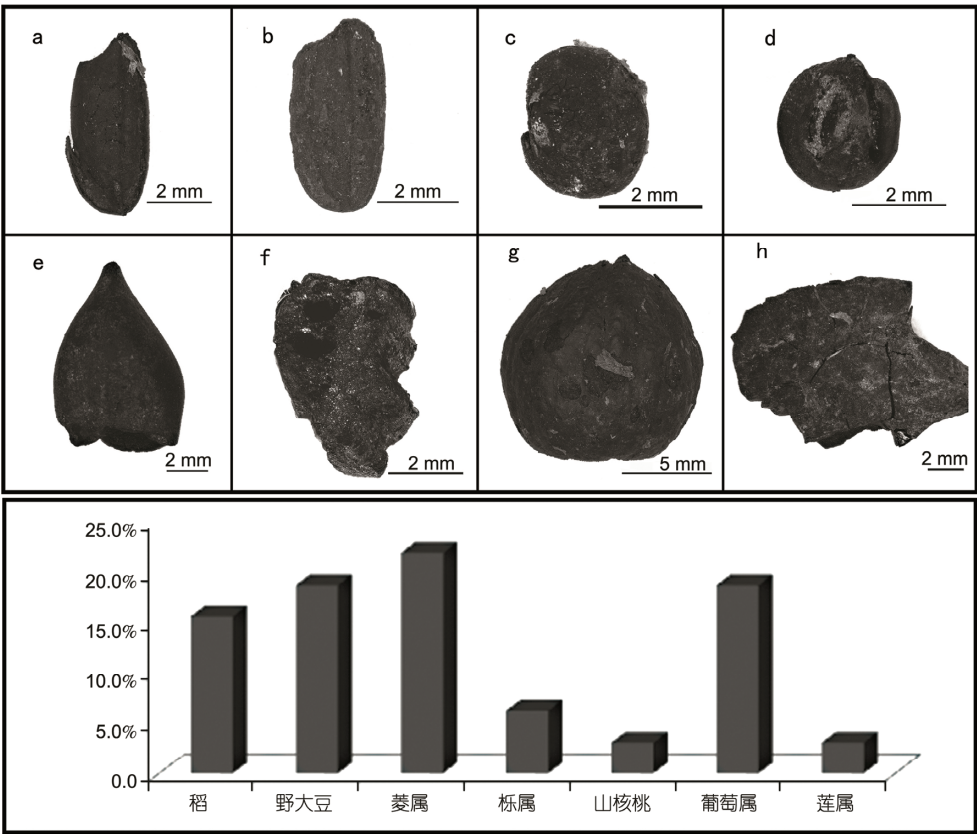


图3 贾湖遗址出土部分炭化植物遗存及其出土概率

(a)、(b) 稻(*Oryza sativa*); (c) 野大豆(*Glycine soja*); (d) 葡萄属(*Vitis*); (e) 菱属(*Trapa*); (f) 莲藕(*Nelumbo nucifera*); (g) 栎属(*Quercus*); (h) 山核桃(*Carya cathayensis*)

杨堡遗址地层堆积包括大汶口文化晚期、龙山文化、岳石文化及战国至汉代的文化遗存, 本文只对该遗址新石器时代末期的大汶口文化晚期阶段的植物遗存进行了分析. 分析结果共发现各类炭化植物种子或果实遗存660粒, 根据植物种属鉴定结果, 这些炭化遗存主要是农作物粟、黍、水稻和少数的狗尾草属、马唐属等杂草种子(图6). 各类植物遗存的出土概率显示(图6), 水稻的出土概率是3种农作物中最高的, 其次为粟, 略低于水稻, 黍的出土概率最低.

5 讨论

本文研究的8处遗址分属淮河上中游地区新石器时代文化发展的4个不同阶段, 为了解研究区不同阶段原始农业发展的特点及淮河上、中游两个不同区域原始农业发展的地区差异, 下文将以本次8处遗址植

物遗存分析实验结果为基础, 分阶段、分区域讨论淮河上、中游地区史前农业发生与演变过程.

5.1 新石器时代早期淮河上游地区原始农业的孕育

淮河上、中游地区的新石器时代早期人类遗址主要集中在分布在上游, 如许昌灵井、新密李家沟遗址等(王幼平等, 2011; 李占扬等, 2014), 中游目前尚未发现新石器时代早期阶段的遗址. 本次实验对灵井遗址第5层旧石器时代晚期至新石器时代早期之交的地层堆积中出土石器和陶器表面淀粉粒残留物进行了分析, 结果提取到了来自栝楼根、小麦族植物种子、薏苡、慈姑以及另外3类未知种属植物的淀粉粒, 结合同一地层出土大量细石器的考古学背景来看, 这些植物应都是当时人类通过采集获取的野生植物性食物资源, ^{14}C 年代测定结果显示, 灵井遗址第5层年代约为14.0~11.0ka BP(李占扬等, 2014), 本次实验表

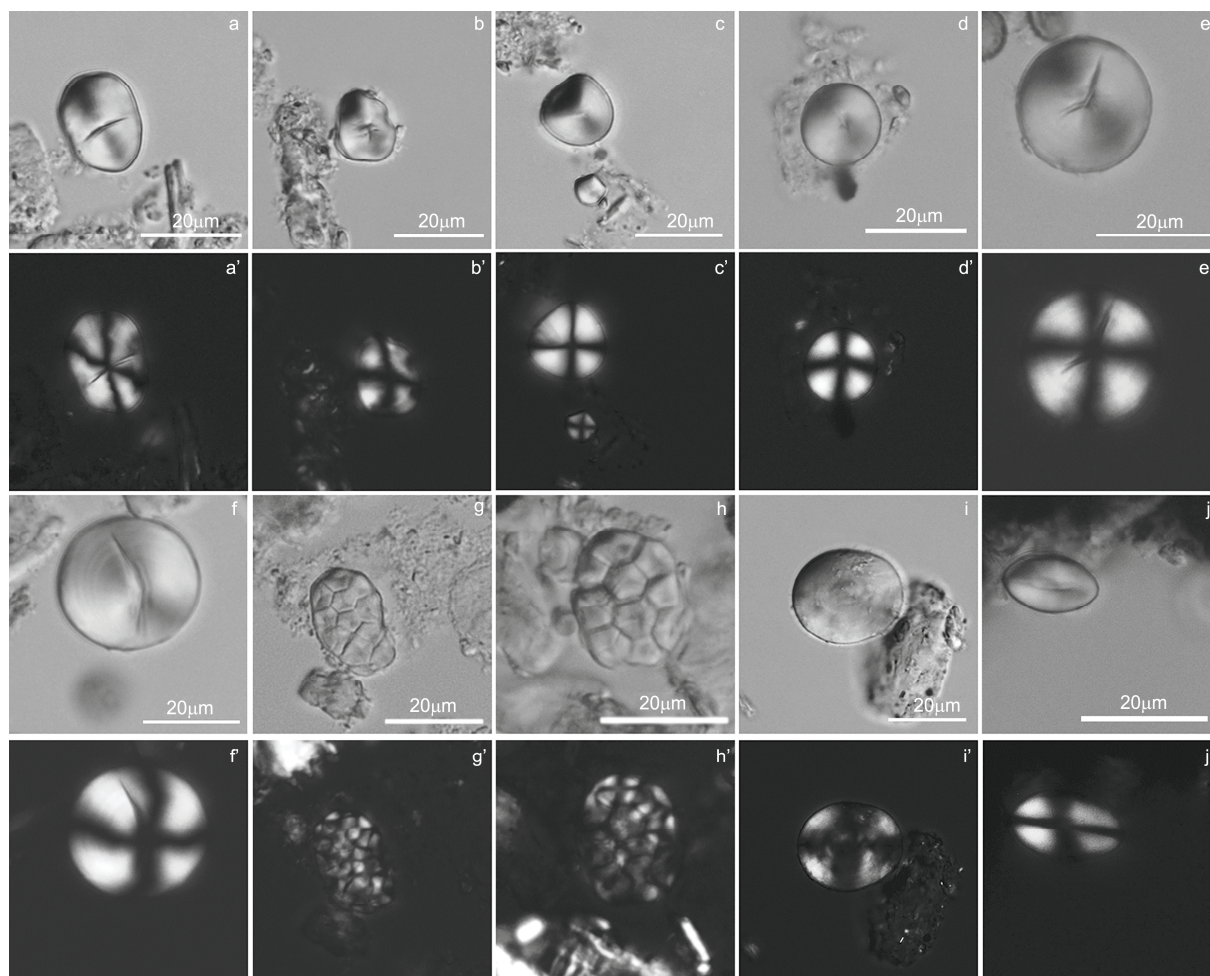


图 4 顺山集遗址石器、陶器表面残留古代淀粉粒

(a)、(a')、(b)、(b') 薏苡(*Coix lacryma-jobi*)淀粉粒; (c)、(c')、(d)、(d') 栝楼根(*Trichosanthes kirilowii*)淀粉粒; (e)、(e')、(f)、(f') 未知淀粉粒; (g)、(g')、(h)、(h') 水稻(*Oryza sativa*)淀粉粒; (i)、(i')、(j)、(j') 小麦族植物(*Triticeae*)淀粉粒

明至迟在11.0ka BP之前的新石器早期前段, 淮河上游地区尚未出现早期农业发生可靠证据。

对于之后11.0~9.0ka BP新石器时代早期中晚段淮河上游地区原始农业的发展状况, 目前未见有相关研究的报道。但是, 值得注意的是, 在大体同时期的中国南方长江中下游地区和北方华北北部地区都同时发现有早期水稻和粟、黍类作物栽培驯化的证据(Zhao, 1998; Lu等, 2009; Yang等, 2012; Wu等, 2014), 结合淮河上游贾湖遗址距今9000年原始栽培稻及高度发达的考古学文化的出现(河南省文物考古研究所, 1999), 我们认为在11.0~9.0ka BP间的淮河上游地区, 水稻等原始农作物的栽培驯化行为可能已经发生。本阶段属于淮河上中游地区原始农业的孕育期。

5.2 新石器时代中期淮河上游地区稻-旱混作农业模式的出现与中游地区的稻作农业的发展

淮河上游地区新石器中期考古学文化分别以贾湖文化和裴李岗文化为代表, 其典型遗址包括舞阳贾湖、新郑裴李岗、沙窝李、唐户、长葛石固和密县峨沟北岗等。裴李岗文化遗址大多发掘于20世纪70~80年代, 当时植物考古研究尚未在国内兴起, 因此, 早期发掘的遗址基本没有开展过系统的植物考古学研究。然而, 即便如此, 在多个遗址的发掘过程中, 仍然采集到丰富的炭化粟、梅核、酸枣核、核桃壳和橡子等植物遗存(中国社会科学院考古研究所河南一队, 1984; 王吉怀, 1984; 河南省文物考古研究所, 1987, 1995)。近年来, 微体植物遗存分析方法被

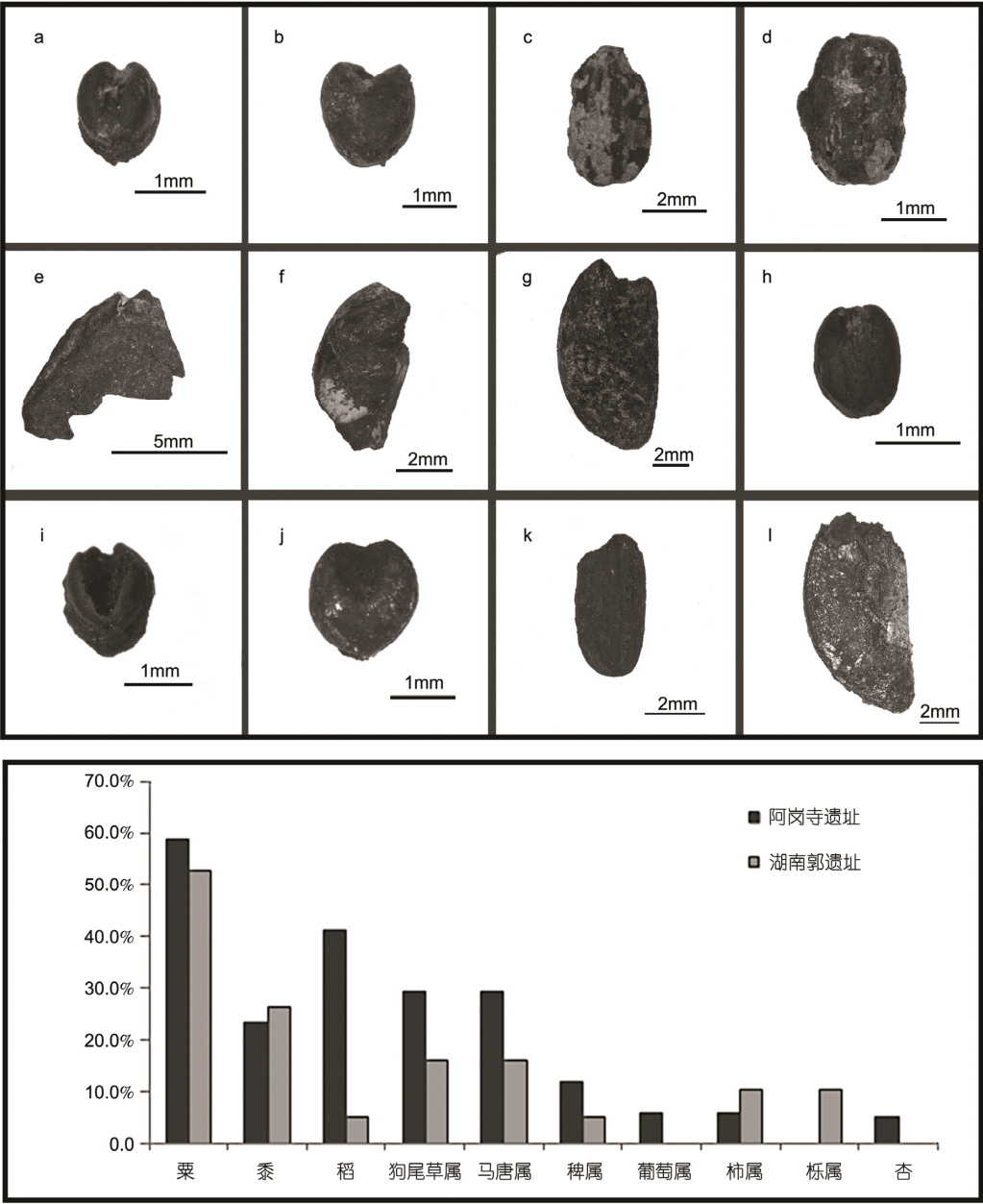


图5 湖南郭遗址、阿岗寺遗址出土部分炭化植物遗存及其出土概率

(a)~(h): 湖南郭遗址出土炭化植物遗存. (a) 粟(*Setaria italica*); (b) 黍(*Panicum miliaceum*); (c) 稻(*Oryza sativa*); (d) 野大豆(*Glycine soja*); (e) 杏属(*Armeniaca*); (f) 栎属(*Quercus*); (g) 柿属(*Diospyros*); (h) 狗尾草属(*Setaria*). (i)~(l): 阿岗寺遗址出土炭化植物遗存. (i) 粟(*Setaria italica*); (j) 黍(*Panicum miliaceum*); (k) 稻(*Oryza sativa*); (l) 栎属(*Quercus*)

应用于裴李岗、唐户等多处裴李岗文化遗址的植物考古研究中, 结果发现裴李岗文化先民利用的植物性食物资源包括水稻、粟、黍、橡子、小麦族植物、薏苡、豇豆属、山药、菱角和莲藕等多个种类(Liu等, 2010; 张永辉等, 2011; Zhang等, 2012; 杨玉璋等,

2015). 上述植物微体遗存分析结果表明, 在新石器时代中期的淮河上游地区, 采集和农业种植是当时人类获取植物性食物资源的两种途径. 值得注意的是, Zhang等(2012)在对唐户遗址地层和灰坑等遗迹单位土样的植硅体分析中, 首次同时发现了来自水

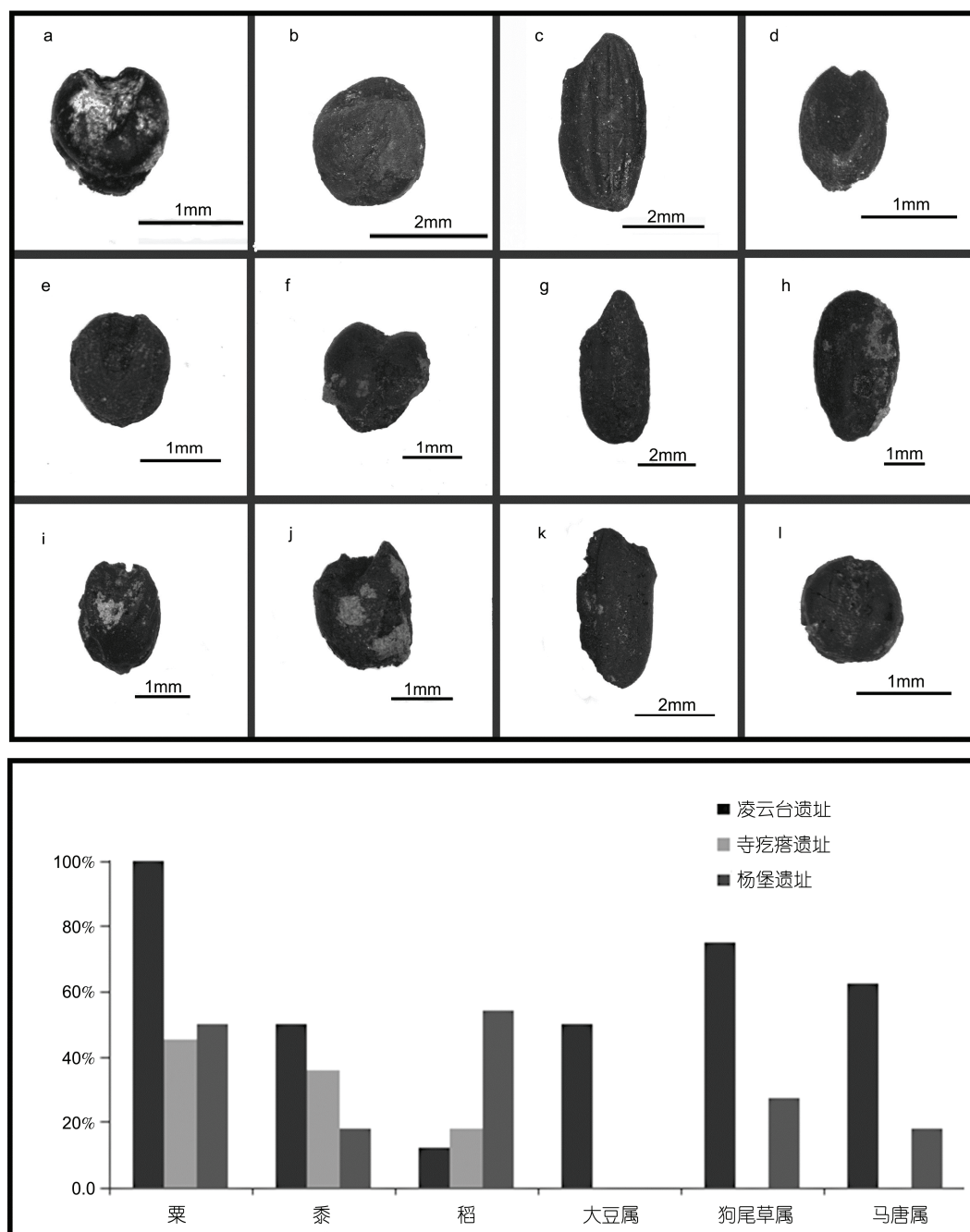


图 6 杨堡、凌云台及寺疙瘩遗址出土部分炭化植物遗存及其出土概率

(a)~(d) 杨堡遗址出土炭化植物遗存: (a) 粟(*Setaria italica*); (b) 黍(*Panicum miliaceum*); (c) 稻(*Oryza sativa*); (d) 狗尾草属(*Setaria*). (e)~(h) 凌云台遗址出土炭化植物遗存: (e) 粟(*Setaria italica*); (f) 黍(*Panicum miliaceum*); (g) 稻(*Oryza sativa*); (h) 大豆属(*Glycine*). (i)~(l) 寺疙瘩遗址出土炭化植物遗存: (i) 粟(*Setaria italica*); (j) 黍(*Panicum miliaceum*); (k) 稻(*Oryza sativa*); (l) 稗属(*Echinochloa*)

稻和黍的植硅体, 这一发现表明, 在以唐户遗址为代表的裴李岗文化中晚期阶段, 淮河上游地区已经出现了稻-旱混作的农业模式.

贾湖遗址(9.0~7.5ka BP)是淮河上游地区新石器时代中期文化最发达的考古遗址之一, 自20世纪80年代以来, 该遗址先后经历了8次考古发掘, 取得了

极为丰富的发掘成果(河南省文物考古研究所, 1999; 河南省文物考古研究院等, 2015)。该遗址的农业考古工作开始于20世纪90年代, 其中最重要的成果就是发现了距今约9000年的炭化水稻遗存, 这是迄今为止淮河流域发现的最早的水稻遗存, 研究表明这些炭化水稻遗存已属于原始栽培稻的范畴(河南省文物考古研究所, 1999)。此后, 2001年贾湖遗址第7次发掘时开展了系统的浮选工作, 该次浮选发现了数量可观的炭化植物遗存, 包括可食用的水稻、栎属植物果实、野大豆、葡萄、莲藕、菱角及一些硬果壳核等, 其他植物遗存有来自禾本科、蓼属、藜属、菊科、莎草科、苘麻及构树籽等植物种子。浮选结果中除水稻属栽培作物外, 其他如栎属植物果实、野大豆、葡萄、菱角和莲藕等应都是通过采集获取的植物性食物。量化分析结果显示, 贾湖先民虽然已经开始栽培水稻, 但采集依然是贾湖古人获取植物类食物资源的主要途径(赵志军和张居中, 2009)。本文对贾湖遗址2013年第8次考古发掘土样开展了系统的炭化植物遗存浮选工作, 获取了水稻、野大豆、葡萄属、菱属、栎属、莲藕和山核桃核壳等植物种子或果实以及藜科、苋科和马齿苋科等杂草种子共计6300余粒(块)。从浮选结果及各类炭化植物遗存的出土概率来看, 贾湖遗址在距今8000年前的新石器时代中期前段, 其原始农业是一种单一的稻作农业模式, 且其发展水平相对较低, 采集活动是当时人类主要的植物性食物获取方式。这一结果也与第7次发掘时浮选分析的结果相一致。

淮河中游地区新石器时代中期考古学文化为顺山集文化和双墩文化(安徽省文物考古研究所等, 2008; 林留根等, 2014)。顺山集文化以顺山集遗址为代表, 其年代约为8.5~7.0ka BP。根据对发掘过程中近百个灰坑和地层土样进行浮选的结果, 该遗址不同阶段的遗存中均发现有炭化稻遗存(林留根等, 2014)。本次实验对顺山集遗址出土石器和陶釜残片表面残留物进行了淀粉粒分析, 提取到了来自水稻、薏苡、栝楼根、小麦族植物及部分未知种属植物的淀粉粒, 综合炭化遗存和淀粉粒分析结果来看, 水稻种植已成为顺山集先民获取植物性食物资源途径之一。值得注意的是, 与淮河上游同时代遗址不同, 顺山集遗址仅发现有水稻的炭化和微体遗存, 而未见旱地作物粟、黍的炭化或微体遗存, 这一结果表明, 淮河

中游地区新石器时代中期的原始农业属南方传统的稻作农业, 这与淮河上游地区稻-旱混作的农业模式明显不同。

双墩文化(7.3~6.8ka BP)主要分布于安徽境内的淮河以北地区, 其代表性遗址包括蚌埠双墩、淮南小孙岗、濉溪石山子等遗址(安徽省文物考古研究所等, 2008)。双墩遗址发掘于20世纪90年代初, 2002年张居中等(2004)在对该遗址进行农业考古调查时, 首次在遗址红烧土残块中发现水稻稻壳印痕。近年来, 我们对蚌埠双墩及濉溪石山子遗址出土部分石磨盘、石磨棒、石锤和石饼等器物表面淀粉粒残留物进行了分析, 提取到了丰富的来自水稻、薏苡、小麦族植物、莲藕、莲子、山药、豇豆属、燕麦属及部分未知禾本科植物的淀粉粒(董珍, 2013; 董珍等, 2014)。同时, 淮南小孙岗遗址的浮选发现了丰富的炭化稻米、菱属、栎属、葡萄属、柿属、枣属、桃属和梅等植物遗存(程至杰等, 2016)。综合双墩、石山子、小孙岗遗址植物遗存研究结果, 可以发现, 新石器时代淮河中游地区的双墩文化时期, 水稻仍是当时人类种植的唯一粮食作物, 其农业生产与年代更早的顺山集遗址一样, 属于单一的稻作农业模式。此外, 根据上述遗址出土植物遗存的量化分析结果来看, 双墩文化时期淮河中游地区先民获取植物资源的方式仍以采集活动为主, 稻作农业发展水平仍相对较低。

淮河上、中游新石器时代中期植物考古资料相对较为丰富, 对已有研究成果进行综合分析发现, 新石器时代中期的淮河上、中游地区, 人类植物性食物资源获取的方式及农业的发展模式既存在共同的时代特征, 又具有各自不同的区域特点。从整体上来看, 无论是淮河上游地区还是中游地区, 采集与农业种植都是当时先民两种并存的获取植物性食物资源的途径, 且从各遗址出土炭化遗存的出土概率统计看, 农业的发展水平仍然不高, 采集是当时人类获取植物性食物资源的主要方式, 这是二者共同的时代特征。然而从农业的发展模式来看, 淮河上游与中游之间甚至淮河上游的南、北不同区域之间都存在明显的差异。在淮河上游地区以郑州地区为核心的裴李岗文化区, 人类种植的农作物既有水稻, 也有粟、黍, 是一种稻-旱混作的农业模式, 但在位置偏南以漯河地区为中心的贾湖文化区, 其原始农业是一种稻作农业模式。而淮河中游地区, 无论是顺山集文化还是

双墩文化各遗址, 人类种植的农作物只有水稻一种, 是与淮河上游贾湖文化区相同的单一稻作农业生产模式.

5.3 新石器时代晚期淮河上游地区稻-旱混作农业的快速发展

淮河上游地区的新石器晚期考古学文化以仰韶文化大河村类型为代表, 而中游地区可能由于气候环境等原因, 考古学文化发展处于一个明显的低潮期(黄润等, 2005), 考古遗址发现很少, 目前尚未开展过相关的农业考古研究.

淮河上游地区, 大河村遗址是仰韶文化大河村类型的代表性遗址, 该遗址在发掘过程中曾同时发现有炭化水稻、粟等遗存(任式楠, 2005), 表明淮河上游地区在仰韶文化时期仍然延续了新石器时代中期出现的稻-旱混作农业模式. 近年来, 在颍河中上游谷地仰韶文化时期袁桥等遗址植物考古调查中, 既发现了人类栽培的粟、黍、水稻等农作物, 同时还发现了炭化的酸枣、桃、葡萄、山楂和疑似杏等5种野生植物果核或种子以及丰富的田间伴生杂草种子, 这一结果表明, 仰韶文化时期人类依然利用农业种植和采集活动来获取植物性食物资源. 然而, 根据对调查结果的量化分析发现, 各遗址中农作物的出土概率远高于采集获取的野生植物果实, 而粟在各类农作物中的出土频率和绝对数量上都占明显优势(北京大学考古文博学院, 2007; 秦岭等, 2010). 本文对漯河地区的阿岗寺、湖南郭遗址进行了植物考古调查, 在属仰韶文化时期的灰坑、房址等遗迹单位土样中同样浮选出丰富的炭化粟、黍、水稻及伴生的田间杂草种子遗存, 同时还发现了极少量的葡萄属、柿属和栎属植物的炭化果实(核). 出土概率分析结果表明, 炭化农作物遗存的绝对数量和出土概率占有绝对优势, 其中又以粟的出土概率和绝对数量为最高, 而各类采集获取的炭化植物遗存只是零星发现.

综合上述淮河上游颍河流域及漯河地区多处仰韶文化遗址植物考古研究材料可以发现, 在距今6800~5000年的新石器时代晚期, 淮河上游地区是一种以粟种植为主, 黍、水稻种植为辅的稻-旱混作农业模式; 且从炭化植物遗存的出土概率分析结果可以看出, 这一阶段, 以粟为主的各类作物在各遗址的炭化植物遗存都占据了明显优势, 而采集活动的地位

则迅速下降, 其对人类经济生活的影响已明显减弱. 总体来说, 淮河上游地区新石器时代晚期是稻-旱混作农业快速发展的阶段, 农业在这一阶段成为先民获取植物性食物资源的最主要方式.

5.4 新石器时代末期淮河上、中游地区稻-旱混作农业模式的完全确立

距今5000~4000年的新石器时代末期, 淮河上游地区的考古学文化以谷水河二期文化及龙山时代王湾三期文化为代表, 而在淮河中游地区, 则以大汶口文化晚期和龙山时代造律台文化为代表.

近年来, 淮河上游地区多处新石器时代末期的考古遗址开展了植物考古的研究工作. 颍河中上游谷地多处新石器时代末期遗址的植物考古调查发现了丰富的炭化粟、黍、水稻、大豆等农作物以及多种田间杂草种子, 而可能通过采集获取的炭化植物性食物残骸仅在极个别遗址有少量发现. 这一结果表明, 稻-旱混作的农业模式在淮河上游新石器时代末期未发生明显改变, 而量化分析结果显示, 农业生产在该地区的人类植物性食物结构中占据了绝对的主导地位, 采集活动对人类食物来源的影响已经变得微乎其微. 同时, 在稻-旱混作的农业模式内, 粟仍是当时的主要农作物, 而水稻的种植在该地区则很不普遍(北京大学考古文博学院, 2007). 除上述工作外, 淮河上游地区近年来还有多处新石器时代末期遗址开展了植物考古研究工作, 如王城岗遗址的龙山晚期浮选样品中, 发现了粟、黍、大豆、水稻等炭化植物遗存, 其中以粟的出土概率最高, 黍、大豆次之, 稻最低(赵志军和方燕明, 2007); 瓦店遗址龙山文化晚期出土的农作物遗存包括粟、黍、水稻、小麦和大豆5种不同的品种, 粟的绝对数量和出土概率都居首位(刘昶和方燕明, 2010); 新密古城寨遗址龙山时期土样中只发现了粟、黍两类农作物的炭化遗存, 从绝对数量和出土概率来看, 粟都占有明显的优势地位(陈微微等, 2012); 此外, 在地理位置偏南的驻马店杨庄遗址, 植硅体、孢粉分析结果显示, 龙山早期该遗址的水稻种植面积可能较大, 到龙山晚期除继续种植水稻, 可能还栽培芝麻、蓼和菜豆等(北京大学考古系等, 1998).

淮河中游地区新石器时代末期代表性遗址有安徽蒙城尉迟寺和蚌埠禹会村等. 尉迟寺遗址2002年

度发掘时曾开展了系统的浮选工作, 获取了丰富的大汶口文化晚期和龙山文化时期的炭化植物种子, 其中炭化农作物种子包括粟、黍和水稻3种, 其他植物种子则是以各类田间杂草为主。量化分析结果显示, 在出土的谷物种子中, 以粟和水稻为主, 其中, 大汶口晚期, 粟略占优势, 而至龙山时期, 粟和水稻基本处于同等地位。这一结果说明, 尉迟寺遗址在大汶口文化晚期和龙山时代都已处在农业经济阶段, 稻和粟在当时是人类获取植物性食物来源的重要途径, 其农业经济属稻-旱混作的模式(赵志军, 2010)。

本文对宿州杨堡遗址大汶口文化晚期遗存开展了浮选工作, 发现了稻、粟和黍3种作物炭化种子。分析结果显示, 水稻的绝对数量和出土概率都占有优势, 是主要的农作物, 粟的地位仅次于稻, 黍的比重则相对较低。此外, 蚌埠禹会村龙山文化晚期遗址的浮选也发现了稻、粟两种作物遗存, 但因其数量相对较少, 该遗址的农业发展状况难以作进一步分析(尹达, 2013)。

综合上述材料可见, 在距今5000~4000年的新石器时代末期, 淮河上、中游地区皆为稻-旱混作的农业发展模式, 且从出土炭化物量化分析结果看, 稻、粟和黍3种作物在所有出土炭化植物遗存中都占据了绝对的优势, 其余大部分遗存都是各类田间杂草种子, 而和采集相关的各类野生植物遗存基本消失不见。由此可见, 至新石器时代末期, 淮河上、中游地区农业经济的地位已经完全确立。然而, 值得注意的是, 虽然该阶段淮河上中游地区皆属稻-旱混作农业模式, 但各类农作物特别是水稻和粟在人类经济结构中的地位存在着明显的地域差异, 如在淮河上游地区, 地理位置偏北的地区如登封、禹州等地粟的种植占有绝对的主导地位, 而在纬度较低的驻马店等地水稻的种植似乎更为普遍; 在淮河中游地区, 稻、粟的比例似随经度的不同而发生变化, 如在地理位置偏西的蒙城尉迟寺遗址, 稻、粟的比例接近, 而在地理位置偏东的杨堡遗址, 水稻的种植则更加的普遍。新石器时代末期, 淮河上中游不同区域稻-旱混作农业结构中水稻与粟的比例变化, 应与不同区域所具有的水热条件差异有关。然而, 目前淮河上、中游地区尚缺乏高分辨率的气候环境记录, 各地农业结构的差异与气候环境变化的关系尚有待进一步的深入研究。

5.5 淮河上、中游地区稻-旱混作农业模式的区域差异

综合淮河上、中游地区稻-旱混作农业的形成与发展历程可以发现, 淮河上游和中游地区的农业模式及其发展过程存在明显区域差异。

从现有植物考古证据来看, 自新石器时代中期开始, 稻-旱混作的农业模式已在淮河上游地区裴李岗文化区出现, 并且这一模式在该地区一直延续至新石器时代末期。然而, 在地理位置相对偏南的贾湖文化区, 新石器时代中期先民的原始农业是不同于裴李岗文化区的稻作农业模式。但根据本文研究结果, 至新石器时代晚期, 该地区原始农业模式也逐渐演变为稻-旱混作农业。此外, 根据不同时代遗址出土植物遗存的出土概率分析结果来看, 淮河上游地区自距今6.8ka BP的新石器时代晚期开始, 原始农业成为人类植物性食物来源的主要途径, 采集经济基本退出人类的经济活动领域; 且从其稻-旱混作的农业结构来看, 粟、黍类旱地作物比例高于水稻。与上游地区不同的是, 淮河中游地区自新石器时代中期以来一直是单一的稻作农业生产模式, 直至距今5000年的新石器时代末期才演变为与淮河上游地区相同的稻-旱混作农业模式, 且其水稻种植的比例与粟相近或占有更高的比例。由于缺乏淮河中游地区新石器时代晚期的植物考古资料和可靠的气候环境记录, 目前我们对淮河中游地区稻作农业模式向稻-旱混作农业模式转变的过程及动因等问题尚不清楚。

6 结论

中国原始农业起源于11.5ka BP后的全新世初期, 此后不断发展、演化并最终促成中国早期农业社会的形成和中华文明的起源。淮河上、中游位于中国东部南北气候、文化和农业过渡带, 是中国早期文明形成的核心区域之一, 稻-旱混作是该区域史前农业的最基本模式, 本文研究结果显示, 这一农业模式至迟出现于淮河上游距今8000年后的新石器时代中期后段, 此后该农业生产模式在淮河上游地区经历了新石器时代晚期的快速发展阶段, 至新石器时代末期完全确立了其在当时农业经济中的主体地位。研究同时表明, 淮河中游地区的农业模式及其发展过程与淮河上游地区存在明显区域差异, 新石器时代中期, 该

地区为单一的稻作农业生产模式,但至新石器时代末期演变为与淮河上游地区相同的稻-旱混作农业模式。此外,新石器时代末期,淮河上、中游地区虽然同为稻-旱混作的农业模式,但粟、黍、水稻3种作物在上述两个地区农业结构中的地位并不相同,淮河上游地区粟、黍类旱地作物的种植占据了明显优势,而淮河中游地区水稻种植的比例与粟相近或占有更高的比例。

致谢 本文炭化和微体植物遗存的分析鉴定工作得到中国科学院植物研究所刘长江、孔昭宸及斯坦福大学刘莉等先生的指导和帮助,在此一并致谢。

参考文献

- 安徽省气象局资料室. 1983. 安徽气候. 合肥: 安徽科学技术出版社. 122-135
- 安徽省文物考古研究所, 蚌埠市博物馆. 2008. 蚌埠双墩——新石器时代遗址发掘报告. 北京: 科学出版社. 684
- 北京大学考古系, 驻马店市文物保护管理所等. 1998. 驻马店杨庄——中全新世淮河上游的文化遗存与环境信息. 北京: 科学出版社. 91
- 北京大学考古文博学院. 2007. 颍河中上游谷地植物考古调查的初步报告. 见: 北京大学考古文博学院, 河南省文物保护单位研究所. 登封王城岗考古发现与研究(2002-2005). 郑州: 大象出版社. 916-942
- 陈微微, 张居中, 蔡全法. 2012. 河南新密古城寨遗址出土植物遗存分析. 华夏考古, (1): 54-62
- 程至杰, 杨玉璋, 张居中, 方方, 余杰, 陈冰白, 陈昌富, 宫希成, 张辉. 2016. 安徽淮南小孙岗遗址炭化植物遗存研究. 第四纪研究, 36: 302-311
- 董珍. 2013. 双墩、石山子遗址石器表面的淀粉粒分析. 硕士学位论文. 合肥: 中国科学技术大学. 66
- 董珍, 张居中, 杨玉璋, 姚凌, 李为亚, 贾庆元. 2014. 安徽濉溪石山子遗址古人类植物性食物资源利用情况的淀粉粒分析. 第四纪研究, 34: 114-125
- 高广仁. 2005. 淮河史前文化大系提出的学术意义. 郑州大学学报, 38: 5-7
- 葛威, 刘莉, 金正耀. 2010. 几种禾本科植物淀粉粒形态比较及其考古学意义. 第四纪研究, 30: 377-384
- 关广清. 2000. 杂草种子图鉴. 北京: 科学出版社. 358
- 郭琼霞. 1998. 杂草种子彩色鉴定图鉴. 北京: 中国农业出版社. 176
- 郭巧生. 2009. 中国药用植物种子原色图鉴. 北京: 中国农业出版社. 461
- 河南省气象局. 1980. 河南气候. 郑州: 河南人民出版社. 121-127
- 河南省文物考古研究所. 1987. 长葛石固遗址发掘报告. 华夏考古, (1): 3-125
- 河南省文物考古研究所. 1995. 河南郊县水泉裴李岗文化遗址. 考古学报, (1): 39-77
- 河南省文物考古研究所. 1999. 舞阳贾湖. 北京: 科学出版社. 888
- 河南省文物考古研究院, 中国科学技术大学科技史与科技考古系. 2015. 舞阳贾湖(二). 北京: 科学出版社. 743
- 黄润, 朱诚, 郑朝贵. 2005. 安徽淮河流域全新世环境演变对新石器遗址分布的影响. 地理学报, 60: 742-750
- 李占扬, 李雅楠, 加藤真二. 2014. 灵井许昌人遗址第5层细石核工艺. 人类学学报, 33: 285-303
- 刘莉, 陈星灿, 石金鸣. 2014. 山西武乡县牛鼻子湾石磨盘、磨棒的微痕与残留物分析. 考古与文物, (3): 109-118
- 刘昶, 方燕明. 2010. 河南禹州瓦店遗址出土植物遗存分析. 南方文物, (4): 55-64
- 林留根, 甘恢元, 闫龙. 2014. 江苏泗洪顺山集新石器时代遗址发掘报告. 考古学报, (4): 519-562
- 栾丰实. 2005. 文化交汇与夷夏东西-淮河东西部地区史前文化发展的历史趋势. 郑州大学学报, 38: 10-12
- 秦岭, 傅稻镰, 张海. 2010. 早期农业聚落的野生食物资源域研究——以长江下游和中原地区为例. 第四纪研究, 30: 246-261
- 任式楠. 2005. 中国史前农业的发生与发展. 学术探索, (6): 110-123
- 万智巍, 杨晓燕, 葛全胜, 蒋梅鑫. 2011. 中国南方现代块根块茎类植物淀粉粒形态分析. 第四纪研究, 31: 736-745
- 王吉怀. 1984. 新郑沙窝李遗址发现碳化粟粒. 农业考古, (2): 276
- 王幼平, 张松林, 何嘉宁, 汪松枝, 赵静芳, 曲彤丽, 王佳音, 高霄旭. 2011. 河南新密市李家沟遗址发掘简报. 考古, (4): 3-9
- 王增林, 吴加安. 1998. 尉迟寺遗址硅酸体分析——兼论尉迟寺遗址史前农业经济特点. 考古, (4): 87-93
- 韦存虚, 张军, 周卫东, 陈义芳, 刘巧泉. 2008. 水稻胚乳淀粉体被膜的降解和复粒淀粉粒概念的探讨. 中国水稻科学, 22: 377-384
- 严文明. 2000. 农业发生与文明起源. 北京: 科学出版社. 338
- 杨晓燕, 孔昭宸, 刘长江, 张芸, 葛全胜. 2009. 中国北方主要坚果类淀粉粒形态对比. 第四纪研究, 29: 153-158
- 杨晓燕, 孔昭宸, 刘长江, 葛全胜. 2010. 中国北方现代粟、黍及其野生近缘种的淀粉粒形态数据分析. 第四纪研究, 30: 364-371
- 杨玉璋, 李为亚, 姚凌, 程至杰, 张居中, 信应君. 2015. 淀粉粒分析揭示的河南唐户遗址裴李岗文化古人类植物性食物资源利用. 第四纪研究, 35: 229-239
- 尹达. 2013. 禹会村遗址浮选结果分析报告. 见: 中国社会科学院考古研究所, 蚌埠市博物馆, 编. 蚌埠禹会村. 北京: 科学出版社. 250-268
- 印丽萍. 1997. 杂草种子图鉴. 北京: 中国农业科技出版社. 355
- 张居中, 陈昌富, 杨玉璋. 2014. 中国农业起源与早期发展的思考. 中国国家博物馆馆刊, (1): 6-16
- 张居中. 2005. 略论淮河地区新石器时代文化. 郑州大学学报, 38: 7-10

- 张居中, 尹若春, 杨玉璋, 王象坤, 孔昭宸. 2004. 淮河流域史前稻作农业与文明进程的关系. 见: 山东大学东方考古研究中心, 编. 东方考古. 北京: 科学出版社. 198–209
- 张永辉, 翁屹, 姚凌, 张居中, 周昱君, 方方, 崔炜. 2011. 裴李岗遗址出土石磨盘表面淀粉粒的鉴定与分析. 第四纪研究, 31: 891–899
- 赵志军, 方燕明. 2007. 登封王城岗遗址浮选结果及分析. 华夏考古, (2): 78–89
- 赵志军, 张居中. 2009. 贾湖遗址2001年度浮选结果分析报告. 考古, (8): 84–93
- 赵志军. 2010. 安徽蒙城尉迟寺遗址浮选结果分析报告. 见: 赵志军. 植物考古学: 理论、方法和实践. 北京: 科学出版社. 109–119
- 中国社会科学院考古研究所河南一队. 1984. 1979年裴李岗遗址发掘报告. 考古学报, (1): 23–52
- 中山至大, 井之口希秀, 南谷忠志. 2004. 日本植物种子图鉴. 仙台: 东北大学出版社. 261
- Bar-Yosef O. 2011. Climatic fluctuations and early farming in West and East Asia. *Current Anthropol*, 52 (Suppl. 4): 175–193
- Childe V G. 1951. *Man Makes Himself*. New York: New American Library. 191
- Liu L, Field J, Fullagar R, Bestel S, Chen X C, Ma X L. 2010. What did grinding stones grind? New light on Early Neolithic subsistence economy in the Middle Yellow River Valley, China. *Antiquity*, 84: 816–833
- Liu L, Bestel S, Shi J, Song Y, Chen X. 2013. Paleolithic human exploitation of plant foods during the last glacial maximum in North China. *Proc Natl Acad Sci USA*, 110: 5380–5385
- Liu L, Ma S, Cui J X. 2014. Identification of starch granules using a two-step identification method. *J Archaeol Sci*, 52: 421–427
- Lu H, Zhang J, Liu K B, Wu N, Li Y, Zhou K, Ye M, Zhang T, Zhang H, Yang X, Shen L, Xu D, Li Q. 2009. Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10000 years ago. *Proc Natl Acad Sci USA*, 106: 7367–7372
- Perry L, Michael Quigg J. 2011. Starch remains and stone boiling in the Texas Panhandle Part II: Identifying Wildrye (*Elymus spp.*). *Plains Anthropol*, 56: 109–119
- Piperno D R, Weiss E, Holst I, Nadel D. 2004. Processing of wild cereal grains in the Upper Palaeolithic revealed by starch grain analysis. *Nature*, 430: 670–673
- Torrence R, Barton H. 2006. *Ancient Starch Research*. Walnut Creek: Left Coast Press. 256
- Wu Y, Jiang L P, Zheng Y F, Wang C S, Zhao Z J. 2014. Morphological trend analysis of rice phytolith during the early Neolithic in the Lower Yangtze. *J Archaeol Sci*, 49: 326–331
- Yang X, Wan Z, Perry L, Lu H, Wang Q, Zhao C, Li J, Xie F, Yu J, Cui T, Wang T, Li M, Ge Q. 2012. Early millet use in northern China. *Proc Natl Acad Sci USA*, 109: 3726–3730
- Yang X Y, Perry L. 2013. Identification of ancient starch grains from the tribe Triticeae in the North China Plain. *J Archaeol Sci*, 40: 3170–3177
- Zhao Z J. 1998. The middle Yangtze region in China is one place where rice was domesticated: Phytolith evidence. *Antiquity*, 72: 885–897
- Zhang J P, Lu H Y, Gu W F, Wu N Q, Zhou K S, Hu Y Y, Xin Y J, Wang C. 2012. Early mixed farming of millet and rice 7800 years ago in the middle Yellow River region, China. *PLoS One*, 7: 1–8