

甘肃大地湾遗址距今 6 万年来的考古记录与旱作农业起源

张东菊^①, 陈发虎^{①*}, BETTINGER R L^{②*}, BARTON L^②, 吉笃学^①, MORGAN C^③, 王辉^④, 程晓钟^⑤, 董广辉^①, GUILDERTSON T P^⑥, 赵晖^⑦

① 兰州大学西部环境教育部重点实验室, 兰州 730000;

② Department of Anthropology, University of California, Davis, CA 95616, USA;

③ Department of Sociology, Social Work, and Anthropology, Utah State University, Logan, UT 84322, USA;

④ 甘肃省文物考古研究所, 兰州 730000;

⑤ 甘肃大地湾文物保护研究所, 秦安 741600;

⑥ Center for Accelerator Mass Spectrometry, Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, CA 94550, USA;

⑦ 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所沙漠与沙漠化开放实验室, 兰州 730000

* 联系人, E-mail: fhchen@lzu.edu.cn; rlbettinger@ucdavis.edu

2009-06-22 收稿, 2009-11-02 接受

国家引智创新群体计划(编号: B06026)、美国国家地理学会和美国太平洋边缘区研究资助项目

摘要 报道了中国北方早期旱作农业起源地之一的甘肃秦安大地湾遗址 Dadiwan06 探方的最新发掘成果, 根据黄土-古土壤序列、绝对测年(AMS ^{14}C 和光释光测年)、气候事件年龄和考古分析, 为 Dadiwan06 探方的地层沉积建立了 6.5 万年的年代框架。考古材料分析显示, Dadiwan06 探方完整记录了石英打制技术制品、细石器技术制品、大地湾一期文化以及仰韶文化陶器制品等分别代表中国北方原始采集狩猎经济、先进采集狩猎经济、早期栽培经济与成熟农业经济的 4 个不同发展阶段, 反映了大地湾遗址距今 6.0 万年以来由采集狩猎经济逐步向农业经济过渡的持续人类活动历史。

关键词

大地湾遗址
黄土古土壤地层
采集狩猎
旱作农业起源
石器制作技术

一般认为, 中国北方距今 8000 a 左右普遍出现了以黍(*Panicum miliaceum*)和粟(*Setaria italica*)为主的旱作农业经济^[1-4], 是世界著名的农业独立起源中心之一。而河北武安磁山遗址的最新植硅体和分子生物学分析表明, 中国北方黍的驯化可以早到距今 1 万年左右, 而粟则晚到距今 8700 a 以后^[5]。目前, 农业起源研究的热点主要集中于两个方面, 一是人类最早栽培作物的时间和地点; 二是农业产生和发展的过程。在国内, 前者是相关研究的主体, 后者很少引起人们的关注^[6,7]和重视。一般认为, 农业经济是在采集狩猎经济基础上发展起来的^[8,9], 尤其是发达的采集狩猎方式代表了人类对食物的高强度获取活动, 与农业耕作活动性质非常接近, 二者之间有着更

密切的联系。而产生于中国北方旧石器时代晚期的细石器工业正是发达采集狩猎经济的代表^[10], 因此细石器文化成为探讨中国北方旱作农业起源的重要研究对象。尽管中国北方已发现多处保存有新-旧石器文化过渡的遗址^[11,12], 但至今缺少从采集狩猎经济到农业经济的持续考古记录的详细研究^[13,14], 因而有关农业产生与发展过程的理解和阐释远不及世界其他地区充分和深入^[15]。

中国北方旧石器晚期以山西沁水下川、蒲县薛关、吉县柿子滩和河北阳原虎头梁等遗址为代表的细石器文化遗存分布广泛^[10], 而细石器文化遗存却很少在已知的早期旱作农业遗址发现, 例如磁山^[5,16]、裴李岗^[17]、兴隆沟^[18]、月庄^[19]和大地湾^[20]等(图 1)。因

英文版见: Zhang D J, Chen F H, Bettinger R L, et al. Archaeological records of Dadiwan in the past 60 ka and the origin of millet agriculture. Chinese Sci Bull, 2010, 55, doi: 10.1007/s11434-010-0097-3

此,要系统阐释中国北方旱作农业的产生和发展的过程,需要开展下列工作:其一,对中国北方细石器文化遗存和与早期旱作农业起源有关的新石器时代早期遗存进行精确测年;其二,进行系统详细的环境考古学研究,在考古发掘中同时兼顾自然地层和文化层.基于以上两点,2006年我们对中国北方早期旱作农业起源地之一的甘肃秦安大地湾遗址进行了小面积发掘,本文是对这一发掘结果的报道,并探讨了大地湾遗址采集狩猎经济到农业经济的发展过程.

1 大地湾遗址及 Dadiwan06 探方

大地湾遗址(105°54'14"E, 35°0'54"N)位于甘肃省秦安县五营乡邵店村,是中国最早发现有“前仰韶文化”遗存的遗址之一,也是目前中国北方位置最靠西的早期旱作农业栽培与驯化中心(图 1).该遗址曾进行了多年考古发掘,发现了大地湾一至五期文化遗存^[21~26].其中大地湾一期(距今 7800~7300 a),发现有少量黍,代表了初级或者原始旱作农业^[27].大地湾二至四期分别相当于仰韶文化早中晚期(二期,距今 6500~5900 a;三期,距今 5900~5500 a;四期,距今 5500~4900 a),发现有大量黍和粟,表明农业已有相当程度的发展^[20].但是,历次发掘均未能提供大地湾遗址作物栽培或农业经济之前的人类经济生活状况,无法了解旧石器时代晚期的采集狩猎经济是如何向农业经济过渡的.2002年以来,我们在大地

湾遗址周围地区进行了多次野外考古调查,初步发现并确认了一批以石英打制技术制品为特征的旧石器时代晚期遗址^[28,29],暂称之为“庄浪-同心”石器群(距今 3.2~1.8 万年),其中包括此前见诸报道的庄浪长尾沟和双堡子遗址^[30,31].2004年,我们在对大地湾遗址的试掘中发现了少量细石器技术制品.2006年,大地湾遗址 Dadiwan06 探方的发掘揭示出石英打制技术制品、细石器技术制品和新石器陶器之间的前后相继的密切联系,在文化遗物上初步建立起这一地区从采集狩猎经济到早期旱作农业经济发展的基本过程.

Dadiwan06 探方位于大地湾遗址文物保护研究所院内,长 3.0 m,宽 2.0 m,深 8.5 m.发掘采用标准层法,每 10 cm 为一水平层逐层向下清理,出土全部用孔径为 3.0 mm × 3.0 mm 的铁筛进行筛选,系统收集文化遗物.根据遗物的分布,将探方划分为 7 个单元,其中第 0 单元为不含遗物的生土层,1~6 单元为 6 个文化层.

Dadiwan06 探方剖面为较典型的风成黄土剖面,与同一区域典型的塬堡黄土剖面黄土-古土壤序列^[32]可以对比.探方剖面由早期马兰黄土(L₁L₂)、间冰段古土壤(L₁S₁)、晚期马兰黄土(L₁L₁)和全新世古土壤(S₀)组成(图 2).探方没有挖穿马兰黄土,但据水文勘测报告¹⁾,大地湾遗址一期文化保护区黄土厚 13.0 m,其下为冲积相粉细砂和含水层的河床相砾石沉积.

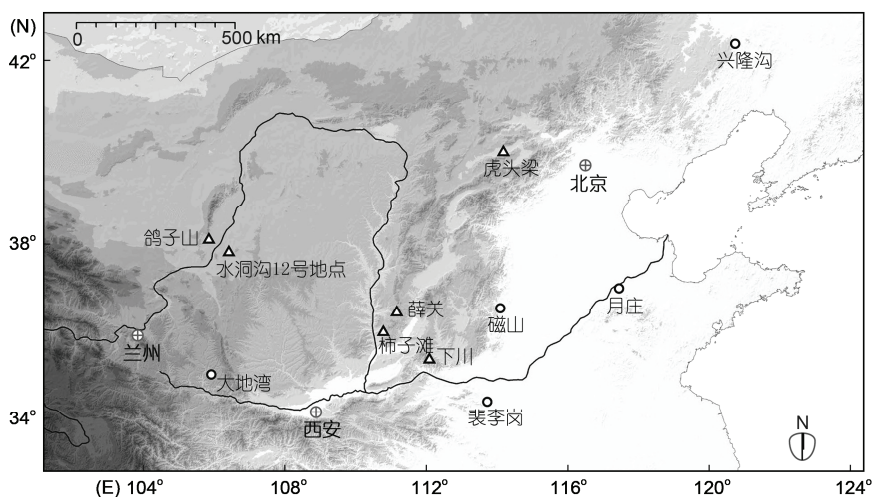


图 1 中国北方主要细石器遗址(三角)和早期旱作农业遗址(空心圆)分布图

1) 甘肃水文地质工程勘察院. 甘肃省秦安县大地湾文物保护研究所水源地可行性论证. 2000

探方剖面地层(图 2)描述如下。

全新世古土壤(S₀): 深 0~1.85 m, 多见炭屑, 有扰动。其中, 顶部 0.5 m 为现代人工堆积层; 深 0.5~0.8 m 为古土壤 AB 层, 褐黑色, 具团粒结构, 包含陶片; 深 0.8~1.3 m 为古土壤 B 层, 淡灰黑色, 见灰白色 CaCO₃ 淀积, 偶见小结核, 深 1.0 m 处发现仰韶早期房址。深 1.3~1.85 m 为浅灰黑色, 块状, 成壤较其上强, 见较多虫孔和植物根孔, 多蚯蚓粪便。其中, 深 1.5~1.7 m 有较多细石器和陶片。

晚期马兰黄土(L₁L₁): 深 1.85~3.5 m, 均质, 较粗, 疏松, 为典型马兰黄土, 见裂隙和鼠洞。

间冰段古土壤(L₁S₁): 深 3.5~7.1 m, 灰黑色, 较坚硬、紧实, 多见植物根孔和虫孔, 偶见炭屑。该层整体为一古土壤层, 下部发育较好, 在深 4.5 m 和 6.2 m 前后颜色变浅, 成壤较弱, 但很难再划分下一级单元。

古土壤上部界线逐步过渡到黄土层, 而底部界线相对清晰。

早期马兰黄土(L₁L₂): 深 7.1~8.5 m, 未见底, 水文探井资料显示, 该层黄土可达深 13.0 m。深 7.1~8.2 m 多见白色 CaCO₃ 淀积, 并有 3 个钙结核层, 厚约 5 cm, 结核直径 2~3 cm。剖面底部有较弱成壤。

2 分析方法与年代序列

¹⁴C 测年样品主要选用炭屑, 样品多采自探方四壁没有鼠洞、裂隙和后期人类活动扰动的部位。少数样品来自筛选过程中收集的较大块炭屑。本文挑选出 9 个较大块炭屑和一个动物骨头样品, 进行加速器质谱(AMS)¹⁴C 测年。为验证炭屑是否可能随裂隙或鼠洞向下迁移, 我们在深 2.5 m 处采集了一个全有机质常规 ¹⁴C 测年样品。¹⁴C 测年结果小于 2.6 万年的

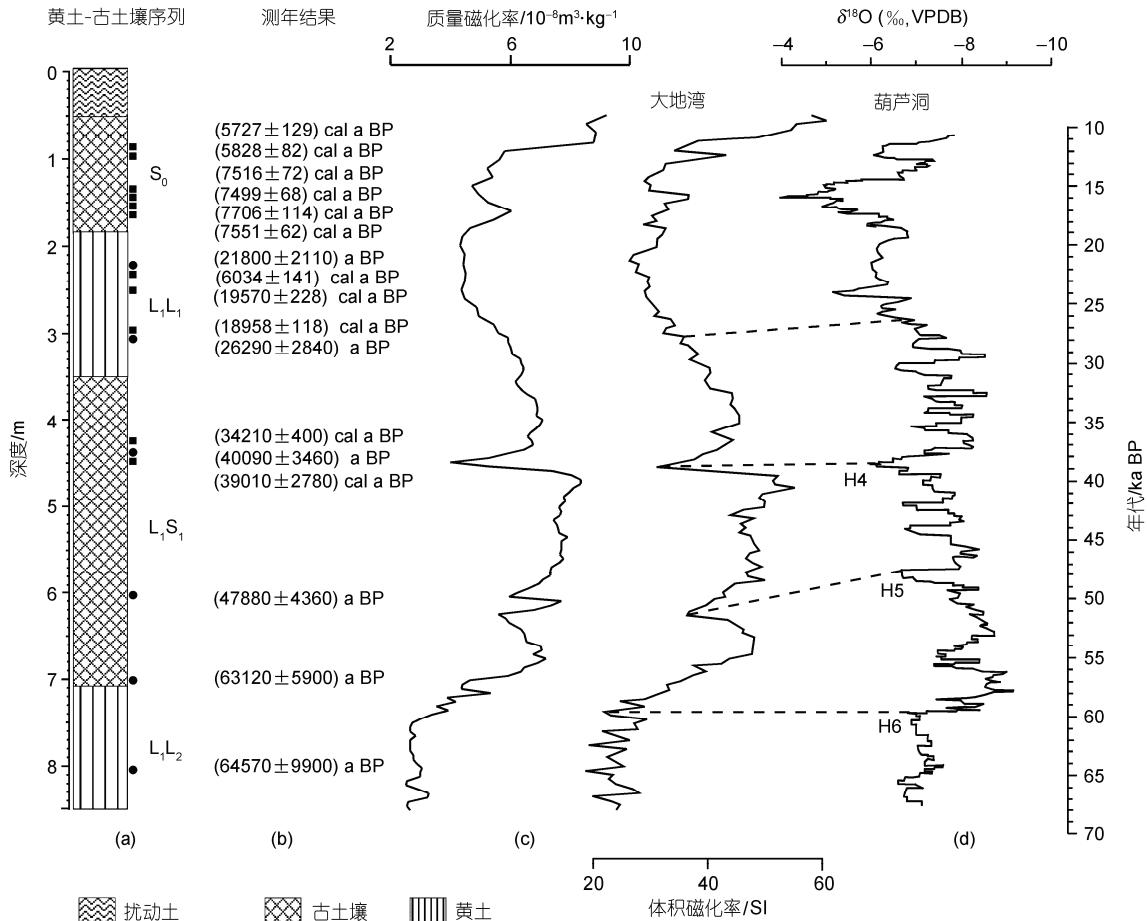


图 2 大地湾遗址探方 Dadiwan06 剖面黄土-古土壤序列(a)、¹⁴C 测年(■)和 OSL 测年(●) (b)、质量和体积磁化率随深度变化曲线(c)以及葫芦洞石笋氧同位素随时间变化曲线(d)

图中标出了 H4, H5 和 H6 冰筏事件。点线, 石笋氧同位素与黄土磁化率所记录的季风气候事件的对比

样品使用 OxCal4.0 校正软件中的 IntCal04 校正曲线校正^[33], 老于该年龄的样品使用 CalPal 校正软件中的 CalPal-2007Hulu(葫芦洞石笋年龄校正模式)曲线^[34]校正, 文中报道的 ^{14}C 年龄均为日历年(cal BP). OSL 测年样品用 PVC 管在探方壁取样, 其预处理和测量按文献^[35]描述的方法进行. 在探方剖面上, 使用 Bartington MS2 磁化率仪在野外 10 cm 间隔测量体积磁化率. 环境样品按 10 cm 间隔(深 3 m 以上)和 5 cm 间隔(深 3 m 以下)采样. 质量磁化率按照 Dearing^[36]描述的方法测量和计算.

Dadiwan06 剖面共获得 11 个 ^{14}C 和 6 个 OSL 测年数据, 基本与文化层年龄和野外地层划分吻合. 上部地层曾观察到有裂隙和许多动物洞穴和树根扰动, 在 2.5 m 处采集的全有机质 ^{14}C 年龄证明该深度的炭屑年龄确实偏轻, 这一结果得到了 OSL 测年结果的支持(图 2). OSL 年龄结果与黄土-古土壤序列(图 2)吻合. 深 7.0 m 处的 OSL 样品位于 L_1S_1 和 L_1L_2 的界线处, 距今 6.3 万年的 OSL 年龄接近末次冰期间冰段的开始时间. 探方剖面底部深 8.0 m 处的 OSL 年龄为距今 6.4 万年, 说明已经进入了末次冰期早期阶段, 与 L_1L_2 黄土地层吻合, 文中取剖面底部年龄为距今 6.5 万年.

中国石笋的精确测年提供了末次冰期季风强弱变化的可靠年龄框架, 获得了新的末次冰期间冰段和 H 事件的可靠标尺^[37], 提出了中国间冰段(CIS)年龄模式^[38]. 为了解决黄土地层 ^{14}C 和 OSL 测年误差较大的问题, 本文采用气候事件对比来确定文化层的年龄. 前人研究已经证明, 陇西黄土高原磁化率指标能够很好地记录末次冰期内的季风气候事件^[32]. 结合绝对测年, 对比葫芦洞石笋氧同位素记录(图 2(d))和探方 Dadiwan06 剖面的磁化率记录(图 2(c))可以得知, Dadiwan06 探方深 4.55 和 6.2 m 前后的两个磁化率低谷记录了末次冰期间冰段中的 H4 和 H5 两个弱季风事件, 对应的石笋时标年龄为 3.9 和 4.8 万年. H6 事件的结束时间即深海氧同位素 MIS4/3 间的界线年龄(石笋时标为距今 5.98 万年), 对应于 Dadiwan06 探方深 7.0 m 处. 从末次冰期间冰段到末次盛冰期存在一系列季风衰弱事件, 其界线可置于 CIS2/3 之间, 石笋年龄为距今 2.65 万年, 对应探方 Dadiwan06 剖面的深 3.1 m 处, 与野外观测的 L_1S_1 古土壤结束时间和 OSL 测年结果基本一致. 由于探方剖面上部 3.0 m 受到人类活动扰动较多, 因此文化层的年代用炭屑

AMS ^{14}C 测年结果并结合陶器类型来确定.

最后, 考古文化层界线年龄在剖面上部 3.0 m 通过实际测年内插, 下部年龄根据气候事件年龄内插, 由此获得了 Dadiwan06 探方 6 个文化层的年代区间(图 3): 第 1 层(深 7.1~5.1 m, 距今 6.0~4.2 万年)、第 2 层(深 5.1~3.9 m, 距今 4.2~3.3 万年)、第 3 层(深 3.9~2.7 m, 距今 3.3~2.0 万年)、第 4 层(深 2.7~1.9 m, 距今 2.0~1.3 万年)、第 5 层(深 1.9~0.9 m, 距今 1.3~0.7 万年)、第 6 层(深 0.9~0.5 m, 出土仰韶早期和晚期陶片, 与其下大地湾一期文化层间的界线年龄可确定为距今 7000 a, 该层顶部年龄因现代扰动无法确认, 可根据仰韶晚期结束年龄将该层顶部年龄放到距今 5000 a).

3 文化遗物

探方 Dadiwan06 出土了大量陶片和石制品(图 3). 陶片共发现 2183 件, 主要集中于上部第 5 层和第 6 层, 其中大部分无法鉴定, 部分可鉴定陶片分属于大地湾一、二和四期文化. 另外, 在第 4 层及其以下也发现了零星大地湾一期陶片, 应系自地层裂隙或鼠洞混入.

石制品总计 877 件, 分布于整个剖面(图 3). 其中, 经过修整成型的石器非常少, 石核也不多, 主要为石片和碎片. 石制品可以粗略分为两大类, 打制石片和碎片(图 4(a), (b))与细石器技术制品(图 4(c), 4(d)). 前者以河滩石英砾石为主要原料, 打击方法以砸击为主, 少量采用锤击法. 此类石英打制技术制品自探方底部 7.1 m 处开始出现, 一直延续到探方顶部的第 6 层, 约占石制品总数的 64%^[39]. 这批石制品与我们报道的“庄浪-同心”石器群(距今 3.2~1.8 万年)^[28,29]性质相同, 都以石英打制技术制品为主. 细石器技术制品在个体上明显小于石英制品, 主要以隐晶质石料(如玉髓)制成, 包括细石核、细石叶和碎屑等制品. 该类石制品在第 4 层开始出现, 盛行于第 5 层, 大约占石制品总数的 32%. 大地湾发现的细石器技术制品与其他地区发现的相比, 个体极其微小, 细石核一般为船底形或卵圆形^[39,40], 均高 10.6 mm, 细石叶均长仅 9.0 mm, 并且细石核周身布满石片疤, 充分显示出古人对隐晶质原料的珍惜, 可能暗示此种原料在当地的稀缺. 石英打制技术制品和细石器技术制品在大地湾遗址不同层位数量比重上的变化, 应该反映了大地湾遗址石制品打制技术的变化.

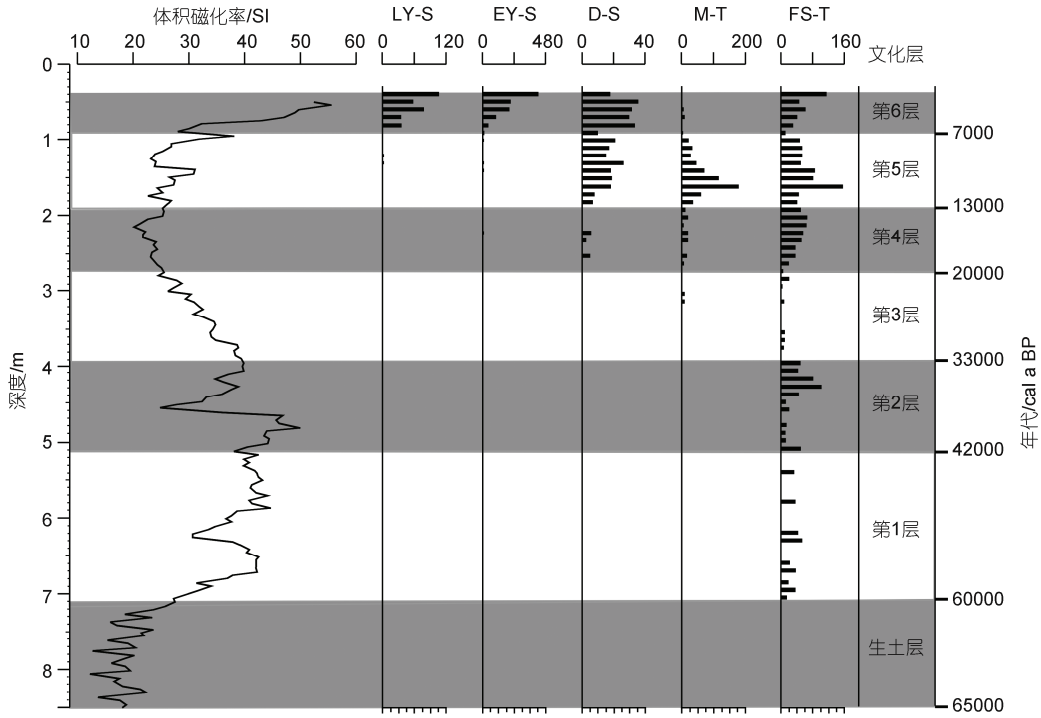


图3 大地湾遗址 Dadiwan06 探方文化分层及体积磁化率、陶片和石制品密度随深度的变化

LY-S, 仰韶晚期陶片; EY-S, 仰韶早期陶片; D-S, 大地湾一期陶片; M-T, 细石器技术制品; FS-T, 石英打制技术制品. 图中右侧标出了文化层的起始年代

大地湾一期(第5层)发现少量植物遗存, 早期发掘^[22]中发现8粒炭化黍. 近年在大地湾遗址开展的工作^[41,42]也只发现了很少的大地湾一期农作物遗存, 但是同位素研究显示, 大地湾一期人类全年食用C4类植物(可能大部分为谷类植物), 暗示人类已经开始有意识地栽培、收割和储存这类植物^[43]. 大地湾二期(仰韶早期, 第6层), 植物遗存非常丰富, 发现大量黍和粟^[7,20,41,42], 并且其炭化籽粒尺寸都分别在现代驯化黍和粟粒尺寸的变化范围内^[22,41]. 人类和动物的骨骼同位素数据显示, 仰韶早期人类全年食用C4类植物(绝大部分是谷类植物^[43]). 据推测在仰韶文化时期, 粟可能逐渐代替了黍在大地湾人类生活中的重要地位^[20,22], 但是目前仍缺乏严格的统计学研究. 在大地湾遗址开展植硅体和淀粉粒以及更多炭化植物遗存的研究, 将有助于理解在农业产生过程中植物资源对人类生活的意义.

4 讨论

大地湾遗址石英打制技术制品从距今6.0万年开始出现, 正是气候湿润的MIS3阶段的开始时期. 并

且, 在整个MIS3阶段(第1~3层), 石英打制技术制品是仅有的石制品, 说明当时的人类生活完全依赖于采集狩猎方式. 研究显示, 当时黄土高原西部和中国北方干旱区气候湿润, 形成了许多巨大的古湖泊^[44,45], 据此可以推测当时的植物和动物资源都相对丰富, 即使完全依赖简陋的石英石片或碎屑工具, 人们仍能过着较为稳定的原始采集狩猎经济生活. 发掘结果显示, 大地湾遗址的石英打制技术制品一直延续用到仰韶晚期, 证明此技术在当地实用性较强. 其中第3层位于末次冰期间冰段到盛冰期的过渡阶段, 石制品数量急剧减少, 可能间接反映了末次盛冰期气候环境的恶化导致了人类食物匮乏、人口数量减少.

大约稍晚于末次盛冰期, 大地湾遗址出现了新的技术成分——细石器技术, 表明人类已进入先进采集狩猎经济阶段. 在更新世晚期, 细石器技术在欧亚大陆北部和中国北方广泛流行^[46], 尽管已有研究显示欧亚大陆北部细石器技术在末次冰期间冰段就已经存在^[47], 但是中国北方的细石器遗存多出现在末次盛冰期前后. 山西的沁水下川、蒲县薛关和吉县

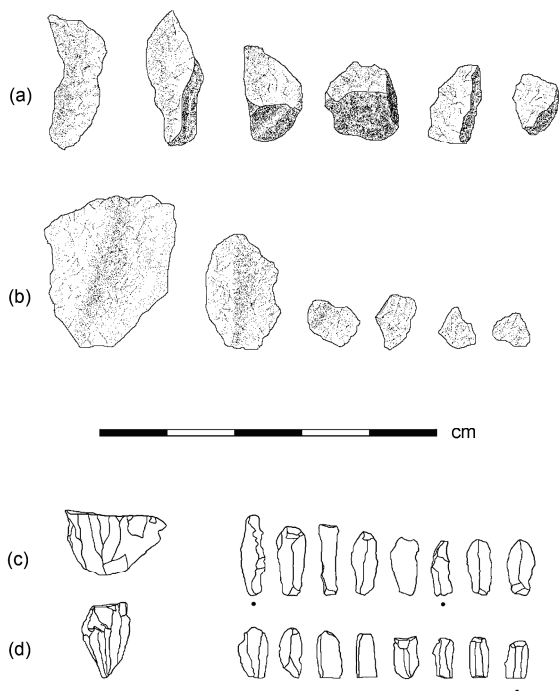


图4 大地湾遗址探方 Dadiwan06 出土的石英打制技术制品和细石器技术制品

(a) 石英碎屑(出土于 60~70 cm 水平层); (b) 石英石片(出土于 60~70 cm 水平层); (c) 深色隐晶质细石核(侧面观, 左边, 出土于 140~150 cm 水平层)和细石叶(右边, 出土于 160~170 cm 水平层); (d) 玉髓质细石核(正面观, 左边, 出土于 200~210 cm 水平层)和细石叶(右边, 出土于 160~170 cm 水平层)。细石叶下标有黑点的为玉髓质细石叶, 其他为隐晶质细石叶

柿子滩, 河北阳原虎头梁和于家沟遗址, 宁夏鸽子山和灵武水洞沟 12 号地点等细石器遗址的年代多在晚更新世之末, 同时在内蒙、新疆等地还发现了大量没有测年数据的分布于地表的细石器地点。由此可见, 细石器技术在晚更新世之末的中国北方地区非常盛行, 这说明在如此广阔的地区内细石器技术所需要的隐晶质原料较为丰富, 能够满足人类的需要。相比之下, 大地湾的细石器技术制品不仅数量少, 而且个体小。野外地质考察发现, 大地湾及其周围的六盘山地区缺乏诸如燧石和玉髓等隐晶质石料, 这或许是大地湾细石器技术制品为何如此小, 甚至小于所有中国甚至东北亚以及北美的细石器技术制品^[41,48]的原因。由此, 我们推测大地湾的优质细石器原料以及细石器技术可能来自北方的宁夏和内蒙古地区, 伴随着在极端干旱和寒冷事件(例如末次盛冰期, 新仙女木事件和 8200 a BP 干旱事件)中南迁的人群到来的^[29]。

距今 1.3 万年左右(第 5 层), 细石器技术制品迅速增加, 随后大地湾一期陶片开始出现, 并且陶片数量逐步增加(图 3)。第 5 层炭屑的 AMS¹⁴C 测年结果接近于距今 8000 a, 与此前报道的大地湾一期的测年结果基本一致^[22]。炭化黍遗存^[20,22,41,42]和狗的骨骼同位素数据^[43]显示, 黍可能在此时已被驯化, 但是大量的野生动物遗存显示采集狩猎经济在大地湾一期人类的生活中仍占有重要地位^[22,41,43]。因此, 我们推测大地湾遗址最早的农作物驯化活动是由来自北部沙漠及其周围地区的细石器技术人群所从事的^[13,49,50]。

距今 7000 a 以后(第 6 层), Dadiwan06 探方出现了大量的仰韶早期和晚期的陶片, 并且与大地湾一期陶片一起, 陶片出土密度首次超过石制品出土密度, 可能表明人类经济生活方式发生了较大变化。黍或粟遗存大量出现, 说明植物资源在人类生活中的作用不断增强, 农业经济日渐成为人类经济生活的主体。然而, 细石器技术制品的迅速减少甚至消失, 暗示人类已逐步放弃这种因资源匮乏而略显奢侈的石制品制作行为, 开始因地制宜地选择和适应新的经济生活方式, 而石英打制技术制品仍然为人类所使用。人骨和动物骨骼同位素研究表明, 大量的农作物和少量驯养动物是人类食谱的主要内容, 从侧面说明农作物产量可能大大增加, 较为成熟的农业经济已经基本建立^[43]。

5 结论

本文报道了 2006 年对中国北方重要旱作农业起源地之一的大地湾遗址的发掘成果。发掘显示, Dadiwan06 探方剖面形成于距今 6.5 万年以来, 不仅保存了较为完整的黄土-古土壤沉积序列, 而且保存了晚更新世中晚期到全新世持续的考古文化记录。在 ¹⁴C 测年、OSL 测年和黄土-古土壤序列的基础上, 结合了高精度石笋氧同位素气候事件年龄, 为大地湾遗址人类活动建立了可靠的年龄框架。在此年龄框架下, 对距今 6.0 万年来文化遗物的研究显示, Dadiwan06 探方提供了中国北方从旧石器文化到新石器文化发展的持续记录, 表明这里的人类依次经历了原始采集狩猎、先进采集狩猎、早期农作物栽培和成熟农业 4 个不同的经济发展阶段, 建立了中国北方人类由采集狩猎经济到旱作农业经济发展的基本过程。

已有研究显示, 中国北方旱作农业源自旧石器

时代晚期的采集狩猎适应方式,但是一直以来缺乏具体的论证,本文尝试对这一发展过程进行阐释,但是由于工作和数据有限,研究过程难免有缺陷。因此,探索中国北方旱作农业起源,仍需要将来更多的工作来完善。研究中国北方旱作农业起源的关键在于发现类似大地湾遗址能够跨越旧石器时代到新石器

时代的持续考古记录。事实上,这类遗址并不一定缺乏,只是由于学科划分和发掘工作等原因,多为人们所忽略,或者由于多数此类遗址缺乏系统测年而未体现出其重要性。我们相信,随着更多研究者的关注和更多相关工作的开展,中国北方旱作农业起源的过程会越来越清晰。

致谢 甘肃省文物考古研究所的赵建龙副研究员和兰州大学的魏海涛参加了遗址发掘,兰州大学的钟艳霞、王宗礼、金明等进行了环境和年代样品的测试工作,美国加州大学洛杉矶分校的 Brantingham 副教授和加拿大艾大略皇家博物馆的沈辰博士为本文提出了有益的建议,在此一并致谢!

参考文献

- 1 Chang K C. The Archaeology of Ancient China. 4th ed. New Haven: Yale University Press, 1986. 450
- 2 Crawford G W. Prehistoric plant domestication in East Asia. In: Cowan C W, Watson P J, eds. The Origins of Agriculture: An International Perspective. Washington: Smithsonian Institution Press, 1992. 7—38
- 3 Lu T L D. The Transition from Foraging to Farming and the Origin of Agriculture in China. Oxford: Archaeo Press, 1999. 233
- 4 Yan W M. Origins of agriculture and animal husbandry in China. In: Aikens C M, Song N R, eds. Pacific Northeast Asia in Prehistory: Hunter-Fisher-Gatherers, Farmers, and Sociopolitical Elites. Washington: Washington State University Press, 1992. 113—123
- 5 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. Proc Natl Acad Sci USA, 2009, 106: 7367—7372
- 6 任式楠. 中国史前农业的发生和发展. 学术探索, 2005, 6: 110—123
- 7 吉笃学. 中国西北地区史前采集经济向农业经济过渡的可能动因. 考古与文物, 2009, 4: 36—47
- 8 Diamond J. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. Nature, 2002, 418: 700—707
- 9 赵志军. 植物考古学及其新进展. 考古, 2005, 7: 42—49
- 10 Lu T L D. The microblade tradition in China: Regional chronologies and significance in the transition to Neolithic. Asian Perspec, 1998, 37: 84—112
- 11 夏正楷, 陈福友, 陈戈, 等. 我国北方泥河湾盆地新-旧石器文化过渡的环境背景. 中国科学 D 辑: 地球科学, 2001, 31: 393—400
- 12 夏正楷, 陈戈, 郑公望, 等. 黄河中游地区末次冰消期新旧石器文化过渡的气候背景. 科学通报, 2001, 46: 1204—1208
- 13 Bettinger R L, Barton L, Richerson P J, et al. The transition to agriculture in northwestern China. In: Madsen D B, Chen F H, Gao X, eds. Late Quaternary Climate Change and Human Adaptation in Arid China. Amsterdam: Elsevier, 2007. 83—101
- 14 Cohen D J. The origins of domesticated cereals and the Pleistocene-Holocene transition in East Asia. Rev Archaeol, 1998, 19: 22—29
- 15 Richerson P J, Boyd R, Bettinger R L. Was agriculture impossible during the Pleistocene but mandatory during the Holocene? A climate change hypothesis. Am Antiquity, 2001, 66: 387—411
- 16 佟伟华. 磁山遗址的原始农业遗存及其相关的问题. 农业考古, 1984, 1: 194—207
- 17 中国社会科学院考古研究所河南一队. 1979 年裴李岗遗址发掘报告. 考古学报, 1984, 1: 23—52
- 18 赵志军. 从兴隆沟遗址浮选结果谈中国北方旱作农业起源问题. 见: 王仁湘, 编. 东亚古物. 北京: 文物出版社, 2004. A: 188—199
- 19 Crawford G W, 陈雪香, 王建华. 山东济南长清区月庄遗址发现后李文化时期的炭化稻. 见: 孙莉, 刘能, 编. 东方考古, 第 3 辑. 北京: 科学出版社, 2006. 247—251
- 20 刘长江, 孔昭宸, 朗树德. 大地湾遗址农业植物遗存与人类生存的环境探讨. 中原文物, 2004, 4: 26—30
- 21 郎树德. 甘肃秦安县大地湾遗址聚落形态及其演变. 考古, 2003, 6: 83—89
- 22 甘肃省文物考古研究所. 秦安大地湾新石器时代遗址发掘报告. 北京: 文物出版社, 2006
- 23 甘肃省文物考古研究所. 甘肃秦安大地湾遗址仰韶文化早期聚落发掘简报. 考古, 2003, 6: 19—31
- 24 甘肃省博物馆文物工作队. 甘肃秦安大地湾遗址 1978 至 1982 年发掘的主要收获. 文物, 1983, 11: 21—30
- 25 甘肃省博物馆, 秦安县文化馆大地湾发掘小组. 甘肃秦安大地湾新石器时代早期遗存. 文物, 1981, 4: 1—8
- 26 甘肃省博物馆文物工作队. 1980 年秦安大地湾一期文化遗存发掘简报. 考古与文物, 1982, 2: 1—8
- 27 Smith B D. Low-level food production. J Archaeol Res, 2001, 9: 1—43
- 28 Barton L, Brantingham P J, Ji D X. Late Pleistocene climate change and Paleolithic cultural evolution in northern China: Implications

- from the Last Glacial Maximum. In: Madsen D B, Gao X, Chen F H, eds. Late Quaternary Climate Change and Human Adaptation in Arid China. Amsterdam: Elsevier, 2007. 105—128
- 29 吉笃学, 陈发虎, Bettinger R L, 等. 末次盛冰期环境恶化对中国北方旧石器文化的影响. 人类学学报, 2005, 24: 270—282
- 30 谢俊义. 甘肃西部和中部旧石器考古的新发现和展望. 人类学学报, 1991, 10: 27—33
- 31 谢俊义, 刘玉林, 丁广学. 甘肃庄浪双堡子旧石器地点. 见: 邓涛, 王原, 编. 第八届中国古脊椎动物学学术年会. 北京: 海洋出版社, 2001. 219—228
- 32 Chen F H, Bloemendal J, Wang J M, et al. High-resolution multi-proxy climate records from Chinese loess: Evidence for rapid climatic changes over the last 75 kyr. *Paleogeogr Paleocl*, 1997, 130: 323—335
- 33 Reimer P J, Baillie M G L, Bard E, et al. INTCAL04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 CAL KYR BP. *Radiocarbon*, 2004, 46: 1029—1058
- 34 Weninger B, Jörjs O. A ^{14}C age calibration curve for the last 60 ka: The Greenland-Hulu U/Th timescale and its impact on understanding the Middle to Upper Paleolithic transition in western Eurasia. *J Hum Evol*, 2008, 55: 772—781
- 35 Zhao H, Chen F H, Li S H, et al. A record of Holocene climate change in the Guanzhong Basin, China, based on optical dating of a loess-palaeosol sequence. *The Holocene*, 2007, 17: 1015—1022
- 36 Dearing J. Magnetic susceptibility. In: Walden J, Oldfield F, Smith J, eds. *Environmental Magnetism: A Practical Guide No. 6*. London: Quaternary Research Association, 1999. 35—62
- 37 Wang Y J, Cheng H, Edwards R L, et al. A high-resolution absolute-dated Late Pleistocene monsoon record from Hulu Cave, China. *Science*, 2001, 294: 2345—2348
- 38 Wang Y J, Cheng H, Edwards R L, et al. Millennial- and orbital-scale changes in the East Asian monsoon over the past 224,000 years. *Nature*, 2008, 451: 1090—1093
- 39 Chen C. The microlithic in China. *J Anthropol Archaeol*, 1984, 3: 79—115
- 40 Elston R G, Brantingham P J. Microlithic technology in Northern Asia: A risk-minimizing strategy of the Late Paleolithic and Early Holocene. In: Elston R G, Kuhn S L, eds. *Thinking Small: Global Perspectives on Microlithization*. Washington D C: American Anthropological Association, 2002. 103—116
- 41 Barton L. Early food production in China's western Loess Plateau. Dissertation for Doctoral Degree. Davis: University of California, 2009
- 42 吉笃学. 中国北方现代人扩散与农业起源的环境考古学观察——以甘宁地区为例. 博士学位论文. 兰州: 兰州大学, 2007
- 43 Barton L, Newsome S D, Chen F H, et al. Agricultural origins and the isotopic identity of domestication in northern China. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2009, 106: 5523—5528
- 44 陈发虎, 范育新, 春喜, 等. 晚第四纪“吉兰泰-河套”古大湖的初步研究. *科学通报*, 2008, 53: 1725—1739
- 45 Pachur H J, Wünnemann B, Zhang H C. Lake evolution in the Tengger Desert, northwestern China during last 40, 000 years. *Quaternary Res*, 1995, 44: 171—180
- 46 安志敏. 中国细石器发现一百年. *考古*, 2000, 5: 45—56
- 47 Derev'anko P. *The Paleolithic of Siberia: New Discoveries and Interpretations*. Urbana and Chicago: University of Illinois Press, 1988. 183—190
- 48 Bettinger R L, Barton L, Morgan C. The origins of food production in North China: A different kind of agricultural revolution. *Evol Anthropol*, 2010, 19: 9—21
- 49 Elston R G, Xu C, Madsen D B, et al. New dates for the north China Mesolithic. *Antiquity*, 1997, 71: 985—994
- 50 Madsen D B, Elston R G, Bettinger R L, et al. Settlement patterns reflected in assemblages from the Pleistocene/Holocene transition of North Central China. *J Archaeol Sci*, 1996, 23: 217—231