

# 上山文化水稻植硅体研究的几点思考

邱振威

**关键词：**上山文化 植硅体分析 水稻扇型植硅体 水稻双峰型植硅体 水稻驯化

**KEYWORDS:** Shangshan Culture Phytolith Analysis *Oryza*-type Bulliform Phytolith Double-peaked *Oryza*-type Phytolith Rice Domestication

**ABSTRACT:** Since its discovery, the Shangshan culture has drawn much attention from researchers from various perspectives, including the study of archaeological cultures and settlement patterns, craft production, and the subsistence economy. Despite a limited occurrence of macro-botanical remains, phytolith analysis has advanced the study of the Shangshan culture, especially as regards determining the extent of rice cultivation and domestication. However, in the years since phytolith analysis began in earnest, some analytical problems have also arisen. For example, samples from essentially the same source yield different results, and inconsistent degrees of rice domestication are represented by different rice phytoliths. By reviewing rice phytolith research from the Shangshan culture, this study proposes that: scientific source sampling should be the basis and premise of subsequent research; standardized experimental procedures with open access constitute an effective guarantee for solid comparative research; the specific impact of differentiated statistical data is still unknown; the effectiveness of using phytoliths to determine the degree of rice domestication awaits further investigation.

## 前 言

### (一) 上山文化的发现与研究

上山遗址位于浙江省浦江县黄宅镇渠南、渠北和三友村之间，地处钱塘江支流浦阳江上游北岸的二级阶地，面积约3万平方米。该遗址自2000年考古调查发现，经过多个年度的考古发掘与多学科协同研究，向学界展现了浙江地区一种新的史前文化面貌。其中，新石器时代文化堆积主要包括上山文化（可分为早中晚三期）、跨湖桥文化和新石器时代晚期文化<sup>[1]</sup>。最初的放射性碳十四测年分析了4个数据，其树轮校正值距今11400~8600年<sup>[2]</sup>，由此引起学界更为广泛的

关注。结合其他上山文化遗址的测年结果，发掘报告《浦江上山》将上山文化的绝对年代定在距今约10000~8400年的范围内，其中上山文化早期、中期和晚期的年代分别为距今约10000~9500年、9300~8800年、8600~8400年。虽然学界对于上山文化的绝对年代还存有争议，但与本文主题关系不大，以下涉及上山文化年代的论述暂以《浦江上山》的结论为基础。

目前已发现上山文化遗址至少18处<sup>[3]</sup>，随着相应的发掘与研究工作的相继展开，上山文化遗址群的概念逐步形成<sup>[4]</sup>。近年来，除了上山遗址外，经系统考古发掘与研究的上山文化遗址还包括嵊州小黄山、龙游荷花

作者：邱振威，北京市，100006，中国国家博物馆考古院。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>



图一 部分上山文化遗址位置示意图

山、永康湖西、义乌桥头等遗址（图一）。小黄山遗址位于曹娥江上游支流的一个丘陵小盆地，面积约5万平方米，储藏坑、夹砂红衣陶和石磨盘、磨石等遗存是小黄山遗址的显著特征<sup>[5]</sup>；小黄山遗址A、B发掘区揭露的第一阶段遗存<sup>[6]</sup>，应属上山文化晚期遗存<sup>[7]</sup>。荷花山遗址地处钱塘江上游衢江南岸的一处海拔56~65米的低山，面积约5000平方米，揭露的遗迹有灰坑、房址、石器与石块混合遗迹，出土遗物以红衣粗泥陶、夹炭陶及砺石石器为主，主体文化面貌为上山文化（中期）和跨湖桥文化<sup>[8]</sup>。湖西遗址位于浙江永康一处海拔100米左右的丘陵，揭露的遗迹主要是上山文化晚期的灰坑、水井等，出土遗物主要有红衣夹炭陶、石磨盘、石球以及动物骨骼和炭化水稻等<sup>[9]</sup>。桥头遗址地处金衢盆地义乌江北岸的一处约2000平方米的台地，保存了较完整的上山文化中晚期的环壕与墓葬，出土数量众多具有特色的彩陶<sup>[10]</sup>。

这些上山文化遗址主要分布在以金衢盆

地为中心的钱塘江上游，聚落多选址于平原边缘的山前台地，海拔一般40~100米。目前，上山文化揭露的文化内涵包括环壕、居址、墓葬、灰坑、器物坑、井等遗迹，陶器以粗泥陶和夹炭陶最具特色，石器以磨制为主，陶胎与红烧土中还掺入大量水稻颖壳与秸秆。

## （二）水稻植硅体分析的重要性

20世纪70年代

至20世纪末，学界对稻作农业起源与发展的认识不断调整，尤其是淮河上游舞阳贾湖遗址出土的距今9000年前的炭化水稻<sup>[11]</sup>，长江中游地区道县玉蟾岩遗址出土的距今12000~10000年前稻谷、稻壳和水稻植硅体<sup>[12]</sup>以及万年吊桶环遗址出土的距今万年左右的水稻植硅体（以双峰型为主）<sup>[13]</sup>，长江下游作为稻作农业起源地的观点逐渐被更大区域范围取代。

上山遗址绝对年代可达万年的消息公布后，遗址所出夹炭陶掺入水稻颖壳的现象引起学界的格外关注。这些颖壳中野生与栽培（粳稻）特征小穗轴共存，表明上山遗址的水稻“可能是处于驯化初级阶段的原始栽培稻”<sup>[14]</sup>。由此，学界展开了一场有关稻作农业起源与水稻驯化的大讨论<sup>[15]</sup>，涉及水稻粒型、小穗轴、水稻植硅体等多角度的论证与解读。产生争论的原因，一方面上山文化等早期遗址出土的炭化水稻和小穗轴等遗存太少，难以满足科学统计分析的数据量；另一方面，水稻植硅体研究尚未寻找到可与水稻

综合驯化性状变化（尤其是非落粒性）准确对应的关键特征。

上山遗址仅浮选出土两粒上山文化时期的炭化水稻，一粒完整者属于上山文化早期（H461），另一粒残破者属于上山文化中期（H230）<sup>[16]</sup>。囿于上山文化时期炭化水稻等大植物遗存出土很少，无法判断其驯化属性与栽培情况，不利于稻作农业起源关键阶段的一系列重要问题的研究。与此同时，基于植硅体在埋藏过程中耐受性较强且具有原地沉积等特点<sup>[17]</sup>，植硅体分析手段的引入成为必然。此外，鉴于植物的不同光合作途径<sup>[18]</sup>，植硅体还可作为地方性植被景观与区域性环境特征的有效参考指标<sup>[19]</sup>。

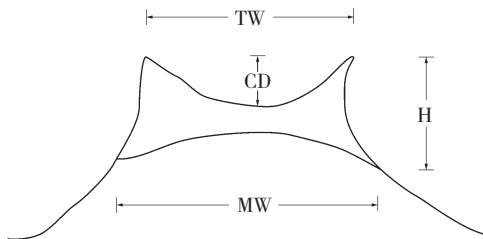
水稻植硅体一般包括来自稻属植物叶片的扇型、横排哑铃型和来自颖壳的双峰型等几种具有鉴定特征的形态，水稻扇型和水稻双峰型植硅体近年来较多用于探讨水稻驯化过程。其中，水稻扇型植硅体的形态测量（长VL、宽HL、厚LL等参数）研究表明，野生稻与栽培稻之间的差异并不显著<sup>[20]</sup>。基于水

稻双峰型植硅体的形状参数（图二）建立的水稻野生与驯化的判别标准<sup>[21]</sup>，在吊桶环遗址进行了有效的应用尝试<sup>[22]</sup>。扇型植硅体半圆形侧面的鱼鳞状纹饰被认为是水稻扇型植硅体的典型特征<sup>[23]</sup>，而且野生稻与栽培稻的鱼鳞状纹饰表现出不同特征（图三），前者一般少于9个且多变不规则，后者一般8~14个<sup>[24]</sup>。

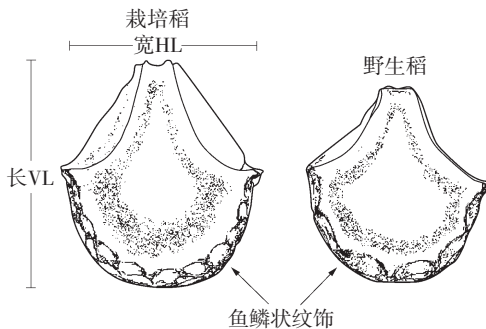
## 一、水稻植硅体分析对上山文化研究的贡献

上山文化水稻植硅体研究持续了十多年，大致可分为两个阶段。第一阶段是2010年以前，研究初期从带有稻壳印痕的夹炭陶中发现了水稻扇型植硅体，提出“可能是处于驯化初级阶段的原始栽培稻”<sup>[25]</sup>。同时首次开展遗址剖面（T0710南壁）的植硅体分析工作，并在上山文化堆积中发现水稻扇型植硅体<sup>[26]</sup>。第二阶段自2011年开始，一方面对上山遗址不同堆积单位和出土遗物进行系统的植硅体分析，另一方面将植硅体分析拓展到其他上山文化遗址中。这些研究主要包括判定稻属植物驯化程度、复原生境<sup>[27]</sup>、构建生产方式<sup>[28]</sup>和提供新的测年材料<sup>[29]</sup>等方面，下面主要对植硅体在稻属植物驯化问题上的应用展开分析讨论。

通过系统采集上山遗址剖面分析土样和灰坑土样，对获得的水稻扇型和水稻双峰型植硅体分别进行含量、浓度、形态测量等分析，再结合水稻扇型植硅体鱼鳞状纹饰的考察，可确认上山文化时期已存在具有驯化特征的水稻植硅体，上山文化早期水稻驯化已经开始<sup>[30]</sup>。荷花山遗址水稻扇型植硅体的含量、大小及鱼鳞状纹饰的变化指示该遗址上山文化中期水稻驯化行为的存在<sup>[31]</sup>，而且该遗址水稻的驯化程度可能更高<sup>[32]</sup>。湖西遗址的水稻扇型植硅体分析一方面深化了上山文化晚期水稻驯化程度提高的认识<sup>[33]</sup>，另一方面提供了水稻栽培等人类活动强化的证据<sup>[34]</sup>。再结合为数不多的炭化水稻和小穗轴



图二 水稻双峰型植硅体形态测量示意图  
(引自注释[13]a)



图三 水稻扇型植硅体部分形态参数  
(改自注释[19]b)

的发现与研究,可进一步确认湖西遗址上山文化晚期水稻栽培行为的存在<sup>[35]</sup>。

概言之,多年的植硅体研究揭示,具有驯化特征的水稻植硅体以不同程度和密度出现在上山文化时期的钱塘江上游<sup>[36]</sup>,水稻驯化贯穿于上山文化并渐显强化态势,水稻栽培等人类活动也得到相应体现。

## 二、上山文化水稻植硅体研究现状与问题

植硅体分析在解决了上山文化一些问题的同时,也产生了更多疑问,如水稻驯化意识与栽培技术的来源问题、是否存在区域性和历时性的水稻栽培与利用变化、水稻驯化方向、不同水稻植硅体表征驯化程度不一致的原因等,尤其是在样品来源基本相同的情况下这些问题更加突出。下文在梳理上山文化植硅体专题研究的基础上,对水稻植硅体研究结果的差异性作一些分析,并尝试反思植硅体分析方法自身可能存在的问题。

### (一) 实验流程概况

样品来源主要集中于上山、荷花山、湖西和小黄山等遗址,采用《浦江上山》一书对上山文化绝对年代范围的考量,将部分上山文化水稻植硅体的专题分析所涉及的样品列为表一。

需要说明的是,小黄山遗址的植硅体分析样品均来自A区(T1西壁剖面12份、灰坑和红烧土等81份)<sup>[37]</sup>。结合小黄山遗址已公布的堆积单位<sup>[38]</sup>可知,已分析的A区堆积单

位中属于小黄山遗址第一阶段(即上山文化晚期堆积)者较少且无法具体确定。又之,小黄山遗址的植硅体分析未公布具体实验流程和详细植硅体形态测量数据,很难将其中属于上山文化时期的单位剥离出来进行比较与分析。因此,下文除在相应部分列出必要可考信息外,不对小黄山遗址植硅体分析作进一步讨论与比较。

实验方法主要来自于从水稻植硅体角度对上山文化水稻驯化及其程度进行探索的四个团队,包括中国科学院的三个研究所和浙江省文物考古研究所,合作参与的还有相关高校和其他科研院所。由表二可知,实验流程和鉴定统计方面的差异主要表现在两个方面,一是实验过程中是否有沉降去除黏土颗粒和过筛去除大颗粒沉积物的步骤;二是提取植硅体的重液(碘化镉/碘化钾或溴化锌,以后者为主)和统计分析的数量(50或100粒,以前者居多)。植硅体提取方法上,不同研究团队主要参考张健平等<sup>[39]</sup>、皮尔索尔(Pearsall)<sup>[40]</sup>、派潘诺(Piperno)和吕厚远等<sup>[41]</sup>建立或提出的方案。这些因素是否会对后期的分析结果产生影响尚不明确,但作为差异化的实验变量确实存在。

需要注意的是,实验过程的不一致很可能会造成实验结果的差异,尤其是针对同一类型的样品,不同研究者使用的操作方法有所差别。至于不同的样品,需要根据实际情况选择相应的处理方法,如黏土颗粒含量、有机质含量、钙质含量等因素是决定试剂的

表一 部分上山文化水稻植硅体分析样品堆积单位对照表

绝对年代参考	相对年代	堆积单位
距今10000~9500年	上山文化早期前段	上山遗址第8层及T0611第7、8层
	上山文化早期后段	上山遗址T1416第5层、H244
距今9300~8800年	上山文化中期	上山遗址T0611第5层、H443,荷花山东区T2第1~6层、H73、T5第4~6层及荷花山遗址第5、3层
距今8600~8400年	上山文化晚期	湖西遗址第6层、ST3南壁第3~9层、J1、H2、H7、H8,小黄山

说明:湖西遗址应属上山文化中晚期的年代范围,因原引文未提供部分具体堆积单位的相对年代或绝对年代,这里暂列为晚期;“小黄山”指小黄山遗址第一阶段。

表二 上山文化水稻驯化的植硅体实验分析比较

序号	实验室	样品来源	植硅体提取方法	鉴定与分析方法	资料来源
1	中国科学院地理科学与资源研究所陆地表层格局与模拟重点实验室	上山遗址南区T0611剖面, 其中上山文化时期堆积单位三个 (T0611第8、7、5层)	实验参照张健平的方法 (参见注释[39])。将样品研磨后, 利用六偏磷酸钠分散样品, 再用30%的过氧化氢去除有机质, 10%的盐酸去除钙质胶结物, 最后用比重2.35克/立方厘米的溴化锌重液浮选	在400倍奥林巴斯 (Olympus) 光学显微镜下统计每个样品中扇型植硅体50粒, 并进行形状参数描述 (水稻扇型植硅体的长、宽、厚和扇柄长、扇面长等尺寸测量、鱼鳞状纹饰)	注释[15]i
2	中国科学院古脊椎动物与古人类研究所脊椎动物演化与人类起源重点实验室	上山遗址南区T0611剖面 (其中T0611第8、7、5层为上山文化时期), T1416剖面 and H244、H443等灰坑堆积	采用改进的重液浮选法 (参见注释[40])。风干、磨碎样品后用饱和碳酸氢钠溶液进行分散, 然后分别用稀盐酸、浓硝酸和过氧化氢处理, 再根据重力沉降法去除黏土、过筛 (60目) 去除大颗粒成分, 最后用比重2.3~2.4克/立方厘米的碘化镉/碘化钾重液浮选	在400倍尼康 (Nikon) 光学显微镜下对每个样品中100粒扇型植硅体的鱼鳞状纹饰和100粒双峰型植硅体的形状参数进行描述 (尺寸测量、鱼鳞状纹饰)	注释[15]j
3	中国科学院地理科学与资源研究所陆地表层格局与模拟重点实验室	荷花山东区T5剖面, 其中上山文化堆积单位三个 (T5第6、5、4层)	首先用30%的过氧化氢去除有机质, 蒸馏水清洗后用10%的盐酸去除钙质胶结物, 再用六偏磷酸钠分散样品, 最后用比重2.35克/立方厘米的溴化锌重液浮选	在400倍蔡司 (Zeiss) 光学显微镜下统计约50粒发育良好的扇型植硅体, 并进行形状参数描述 (尺寸测量、鱼鳞状纹饰)	注释[15]h
4	中国科学院古脊椎动物与古人类研究所脊椎动物演化与人类起源重点实验室	荷花山东区T2剖面, 均为上山文化时期堆积	实验参考国内外从土壤中提取植硅体的常规方法 (参见注释[41]) 并作改进。一是在实验前添加研磨操作, 将土壤样品放在烘箱烘干后研磨成粉末; 二是外加标记物石松 ( <i>Lycopodium</i> ) 孢子, 用以计算植硅体浓度; 三是出于实验安全考虑, 采用比重2.35克/立方厘米的溴化锌重液	在400倍尼康 (Nikon) 光学显微镜下统计每个样品中扇型植硅体50粒, 并进行形态参数描述 (尺寸测量、鱼鳞状纹饰)	注释[15]f
5	浙江省文物考古研究所	湖西遗址ST3南壁第3~9层、J1、H2、H7、H8	(1) 样品烘干与机械粉碎; (2) 选取1克干样, 用10毫升水、1毫升5%的硅酸钠处理, 超声波振动分散颗粒; (3) 沉降法去除20微米以下颗粒并干燥样品。	在200倍尼康 (Nikon) E600光学显微镜下统计, 标准为每个样品中不少于300粒外加玻璃珠子	注释[9]
6	中国科学院地质与地球物理研究所新生代地质与环境重点实验室	上山遗址第8层, 荷花山遗址第5、3层, 湖西遗址第6层	湿氧化法: (1) 干样粉碎、过筛 (500微米); (2) 分别用5%聚磷酸钠、30%过氧化氢、10%盐酸处理; (3) 过筛去除250微米以上物质, 沉降去除5微米以下黏土; (4) 浓硝酸和氯酸钾处理; (5) 比重2.35克/立方厘米的溴化锌重液提取; (6) 提取植硅体过筛, 去除7微米以下黏土, 然后用30%过氧化氢处理	在光学显微镜下统计每个样品中扇型植硅体不少于50粒, 并进行形态参数描述 (尺寸测量、鱼鳞状纹饰) 和测年分析 (扫描电镜能谱检测样品纯度)	注释[15]g
7	浙江省文物考古研究所	小黄山遗址第一阶段A区文化堆积		水稻植硅体的形状参数描述与粳籼判别	注释[27]c

说明: 1、2两项实验的分析样品均来自上山遗址探方T0611, 但样品为各自独立采集所得, 应属不同剖面或同一剖面的不同位置。

选择与剂量的重要因素。

## (二) 实验结果比较

基于以上实验流程, 学者们从不同角度切入, 展开对上山文化水稻驯化程度或状态

的分析, 而且大多与后期的跨湖桥文化、河姆渡文化甚至历史时期文化堆积中出土水稻的驯化状态进行比较, 分别得出相应的证据支撑。但不同切入点之间、同一切入点的不同

同堆积单位和研究者等变量要素又体现出差异化特征，下面将具有可比性的变量进行比较分析。

1.水稻扇型植硅体反映的水稻驯化特征 虽然水稻扇型植硅体的形态测量被证实无法显著区分野生稻和栽培稻<sup>[42]</sup>，但在水稻驯化与栽培的早期阶段，其植硅体尺寸的变化或可在长程角度提供一些参考。长江下游地区马家浜文化至良渚文化时期，水稻扇型植硅体长宽尺寸趋于增大<sup>[43]</sup>，而且主要的变化节点可能发生在马家浜文化晚期或崧泽文化早期<sup>[44]</sup>，这种现象应与水稻驯化程度的强化和栽培强度的增加直接相关。水稻粒型分析结果显示，马家浜文化时期大量欠成熟的水稻即被收获（水稻驯化程度低，成熟时仍具有落粒性），崧泽文化和良渚文化时期选择收获更多成熟的水稻（水稻驯化应该完成，成熟时不落粒）<sup>[45]</sup>。水稻扇型植硅体形态测量与水稻粒型分析的一致性，进一步证实了水稻扇型植硅体长宽尺寸与水稻的成熟度存在明显正相关的发现与认识，即成熟度越高的水稻植株产生的水稻扇型植硅体越大<sup>[46]</sup>。

水稻扇型植硅体的形态测量数据（长宽均值）显示，从上山文化早期至晚期，水稻扇型植硅体尺寸总体趋于增大，但其在上山遗址T0611第8、7、5层

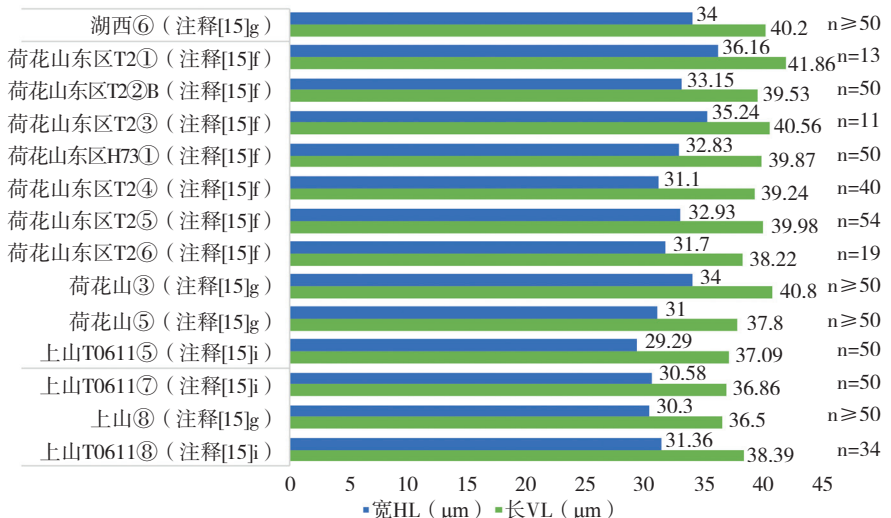
这三个堆积单位中似又呈现由早到晚逐渐减小的态势（图四）。

水稻扇型植硅体鱼鳞状纹饰这一形态参数，多次被用于反映上山文化水稻驯化程度和长程中水稻的驯化状态，但结果不尽相同（图五）。总体

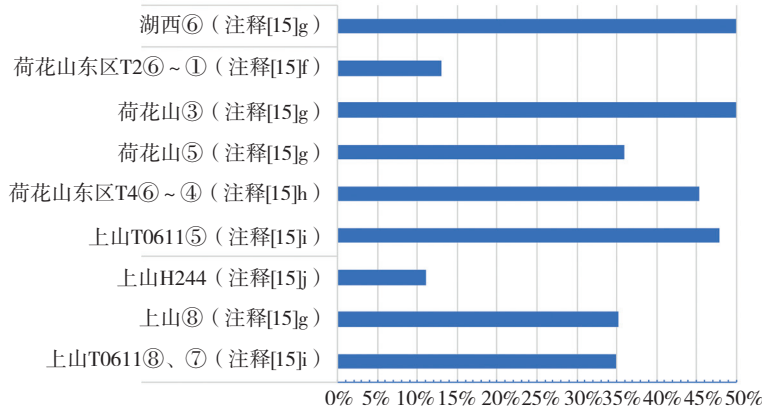
上，从上山文化早期到晚期，水稻扇型植硅体鱼鳞状纹饰个数大于等于9的比例趋于增加，反映了水稻驯化程度的提高。但是，同一文化阶段的不同堆积在不同研究者的分析下又呈现较大差异。这两个变量的作用尤其引起我们的关注。

水稻扇型植硅体鱼鳞状纹饰个数大于等于9者，在距今8200~7800年前的跨湖桥文化（T0521第11层）与距今7000年前的河姆渡-马家浜文化阶段（上山T0611第4层、田螺山K3第7层）分别占据25%和44~45%，而其在现代野生稻生长地和水稻田内的百分比分别为10%和78%左右<sup>[47]</sup>。上山文化一般被认为处于水稻驯化的初级阶段，反映在其水稻扇型植硅体鱼鳞状纹饰上的驯化程度至少应处于河姆渡-马家浜文化时期与现代野生稻之间。

2.水稻双峰型植硅体反映的水稻驯化特征 根据水稻双峰型植硅体形态参数判别式，上山文化中期两个堆积单位（T1416第5层和H443）出土驯化形态水稻植硅体的百分比（统计数字100）为27~30%<sup>[48]</sup>。另有文章提及上山T0611第8层和第7层出土的三例水稻双峰型植硅体均属驯化类型<sup>[49]</sup>，但囿于统计数据的缺乏暂不将其列为比较对象。将这两个上山文化时期堆积与其后2000年的文



图四 上山文化水稻扇型植硅体尺寸比较



图五 上山文化水稻扇型植硅体鱼鳞状纹饰（个数≥9）比较

化堆积进行水稻双峰型植硅体驯化特征的比较，如图六所示，上山文化与跨湖桥文化似乎呈现出异常的进步性，而这与水稻扇型植硅体所反映的驯化进程相左<sup>[50]</sup>。此外，同属顺山集文化的顺山集和韩井两个遗址也表现出驯化速率的不一致现象<sup>[51]</sup>。

需要指出的是，贝塔（Beta）实验室公布的测年结果显示上山遗址H443的绝对年代要早于T1416第5层达3000~4000年之多，但二者在水稻双峰型植硅体所反映的驯化程度上几无差别，这似乎形成了一种矛盾。与此同时，从《浦江上山》公布的材料看，H443属于上山文化中期的堆积单位，其“位于T1416南部……开口于④层下，打破第⑤层及生土

层……”，相对年代上H443晚于T1416第5层。因此，H443的绝对年代可能存在问题，为第二种矛盾。这两种矛盾的叠加或许间接表明H443与T1416第5层这两个分析单位的绝对年代差异并未在水稻驯化程度上由水稻双峰型植硅体反映出来。

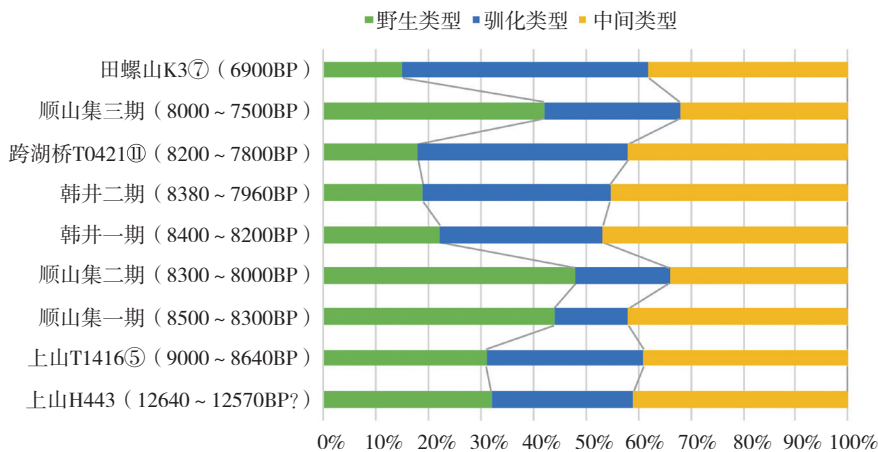
在水稻扇型植硅体鱼鳞状纹饰和水稻双峰型植

硅体形态参数这两种视野下比较上山文化的水稻驯化程度（表三），上述差异化特征和不平衡性更为突出。值得注意的是，这两种分析视角的“矛盾”也见于其他研究实例中<sup>[52]</sup>。究竟是类似的不平衡现象确实存在，还是二者在水稻驯化程度的反映上有不一致的表征，这可能需要排除更多变量后从植硅体自身的机理上进行分析。

（三）存在的问题

通过以上分析，上山文化水稻植硅体研究渐显的问题主要有三点：一是水稻扇型植硅体所反映的水稻驯化程度在不同研究（者）之间存在差异；二是水稻扇型植硅体与水稻双峰型植硅体反映的水稻驯化程度存在差异；三是上山文化在水稻驯化进程中的位置存疑。究其可能原因，可从以下几点考虑。

第一，样品来源。实验分析所用样品的代表性与科学性是首先需要确保的，同时需要明确任何一个堆积单位都不能代表整个



图六 水稻双峰型植硅体视野下的水稻驯化进程

（据注释[50]图六改绘；上山、跨湖桥、田螺山遗址的数据引自注释[15]j，韩井遗址数据引自注释[50]，顺山集遗址数据引自注释[51]）

表三 上山文化水稻植硅体视野下的水稻驯化程度比较

相对年代	遗址堆积	水稻扇型植硅体鱼鳞状纹饰个数≥9者百分比	驯化形态水稻双峰型植硅体百分比	统计数量	资料来源
上山文化早期	上山T0611第7、8层	31~39%		79	注释[15]i
	上山H244	11%		100	注释[15]j
	上山第8层	35.2%		≥50	注释[15]g
上山文化中期	上山T0611第5层	48%		48	注释[15]i
	荷花山东区T4第4~6层	41~51%		154	注释[15]h
	荷花山东区T2第1~6层	13%		146	注释[15]f
	荷花山第5层	36%		≥50	注释[15]g
	荷花山第3层	54.5%		≥50	注释[15]g
	上山T1416第5层		30%	100	注释[15]j
上山文化晚期	上山H443		27%	100	注释[15]j
	湖西第6层	58%		≥50	注释[15]g

文化阶段。上山文化植硅体分析样品来源的共性与差异性是否存在？地层堆积和灰坑填土是否有差别，能否放在一起进行比较？这些问题都是需要考虑的影响因素。

第二，样品处理。虽然实验过程出现问题的可能性相对较小，但误差应会存在。比如实验试剂、操作流程对植硅体提取率的影响如何？形态测量过程中植硅体的实际形态、测量软件的选择与误差情况如何？对照研究显示，实验步骤的标准化（如用干样品制片<sup>[53]</sup>）、制片和观察的操作规程等在发表时应该予以详细的描述，以便进行比对<sup>[54]</sup>。需要指出的是，此处我们强调的是实验步骤的标准化，而非实验过程的同一化。

第三，数据统计分析。不同研究者公开的统计方法中，至少统计数字就存在不一致现象，还有统计对象的选择原则等，这些是否会影响统计结果也值得考虑。

第四，水稻植硅体机理。水稻驯化程度在这两种植硅体上是否具有不同表现速率？包括上山文化在内的一些遗址，同时开展两种水稻植硅体驯化特征分析的工作均表现出不同程度的不平衡和差异化特征，二者是不是本身在驯化程度上的表征有快慢之别？这需要从植硅体机理方面进行深入探究。

## 结 语

上文对上山文化水稻驯化的植硅体研究与部分问题进行了回顾与梳理。为了更好地探究植硅体分析方法并开展考古学应用研究，我们尝试提出几点建议。

### （一）样品的科学性

选取的样品是否科学有效，直接决定了后续一系列分析与讨论工作的科学性。样品能否代表堆积单位、堆积单位能否代表文化阶段、文化阶段能否跨区域指证等，除了受制于所分析堆积单位的偶然因素和埋藏环境的复杂性外，还要考虑遗址功能区、聚落类型与等级、地理地貌环境等多方面因素。概言之，取样的代表性、堆积的代表性、遗址或聚落的代表性等一系列范畴更广的关系需要从研究伊始、取样之前就有所考虑并不断调整与修正。同时，能否排除污染也是样品科学性与否的重要考量。除了样品采集过程中注意埋藏环境（如包含物的浸染、成岩作用和取样不规范所致等）或自然因素所致的“晚期污染”（如裂隙、虫洞等现象）<sup>[55]</sup>外，还要注意实验过程中避免交叉污染的出现。

### （二）统计方法的一致性

既定的实验数据往往经过统计学的分析剥离与概括抽象，才会产出用于分析讨论



的间接数据化论据。统计学的方法相当于对实验对象或分析样品的第二次信息挖掘与整合，其重要性可见一斑。反观我们的分析与研究工作，很多时候囿于统计方法的不匹配导致无法搭建分析结果的比较和再研究平台，不利于整合研究与对等数据库建设等工作地开展。其中，尤以统计数字的多样化设定为典型，比如在植硅体的鉴定、统计和形态测量分析中，就会出现500、300、200、100、50等多种“人为设定”<sup>[56]</sup>。初步比照实验显示，选取不同的统计数字更多时候会影响定性分析结果，少数情况下也会使定量分析出现偏差。因此，寻找这种影响或作用的最小程度与选取统计数字的平衡点尤为关键。目前尚无更为科学的实证结论前，应该逐渐形成较为公认的人为约定（分析样品的统计规定），至少同一人次或同一批次分析应该相应可比，进而推及作为实验室间的参照标准。

此外，鱼鳞状纹饰个数的计数很可能出现较大偏差，尤其是在调节显微镜景深过程中很容易观察到扇型植硅体两个扇面边缘的鱼鳞状纹饰。因此，建立标准化的计数方法尤为必要。

### （三）定量数据的有效性

考古学上获取的定量数据一般是基于部分考古调查或发掘的结果，其本身就是一种抽样数据，更多反映的应该是某种趋势或状态而非绝对值。因此，用这些定量数据讨论问题时一定要注意其有效性，所得结论应避免封闭和过于绝对化。比如，植硅体数据用于反映水稻驯化进程的应用上应该弱化绝对的定量，同时强化历时定性比较。再如淀粉粒分析中由几粒到几十、上百粒的定量统计差异去定性其对应植物类型的多寡就可能存在问题，由发现总量很小的淀粉粒对比产量如此大的淀粉是否具有统计学意义？因此，建议微体植物遗存的定量分析参考大植物遗存的出土概率分析等方法，再结合其他定性、定量数据的结果，共同构筑相对可靠的

论据。

### （四）微体植物遗存的宏观指示性

微体植物遗存被重视并用于考古学研究主要是源于大植物遗存的保存或发现情况不乐观、难以为科学深入分析提供有效支撑。然而，植物分类学与解剖学研究表明，应用于考古学的植物学研究对象中，植物的各部分（根、茎、叶、花、果实、种子）与人的关系最直接，当以大植物遗存最为科学可靠，这可谓大植物遗存的精细化指示意义（即以大见大）。微体植物遗存，如植硅体、孢粉、淀粉粒等，受制于基因、细胞、母体、环境等因素的影响更大，机制更为复杂，其形态特征可能并不能如其尺寸一般精细化表达，但或可在大的时空范畴内进行区分比较，适宜在更宏观的层面、更长程的尺度上提出问题（即以小见大）。

### （五）多重证据的必要性

王国维运用地下出土文物的研究成果提倡“二重证据法”，遂成为史学研究的学术正流。此后甚至出现“三重证据”等多种提法，从不同角度增补论据以证所考，多重证据用于学术研究的重要性可见一斑。对于考古学自身而言，虽然研究对象均为出土的实物资料，但当下侧重点的选择和参照物的取舍越发重要。具体在稻作农业起源与发展的研究上，考古出土遗存可能包括稻谷（米）、稻壳、秸秆、印痕、植硅体、淀粉粒、残留物、水稻田、生产加工工具与加工场所、图画等，其可以分别从考古学、植物学、农学、生物学、美学等角度提供学术支撑。

附记：本文涉及的上山文化植硅体研究工作截止到2019年。近两年上山文化早期的庙山遗址和上山文化晚期的桥头遗址也开展了相关工作，并尝试结合其他上山文化遗址探究钱塘江流域全新世早期水稻驯化的过程。本文得到国家自然科学基金青年项目“淮河中下游新石器时代中期稻作农业与人类适应研究”（项目编号18CKG002）的资助。

注 释

- [1] 浙江省文物考古研究所、浦江博物馆:《浦江上山》,文物出版社,2016年。
- [2] 蒋乐平等:《浙江浦江县发现距今万年左右的早期新石器时代遗址》,《中国文物报》2003年11月7日第1版。
- [3] 截止2016年,发现上山文化遗址共18处,包括浦江上山,嵊州小黄山,永康庙山、太婆山、磨山、长田、湖西、长城里,武义大公山,金华山下周、青阳山,龙游荷花山、青碓、下库,义乌桥头,东阳老鹰山,仙居下汤,临海峙山头。参见蒋乐平:《钱塘江流域的早期新石器时代及文化谱系研究》,《东南文化》2013年第6期;浙江省文物考古研究所编:《上山文化:发现与记述》,文物出版社,2016年。
- [4] 同[1]。
- [5] a.张恒等:《浙江嵊州小黄山遗址发现新石器时代早期遗存》,《中国文物报》2005年9月30日第1版。  
b.王心喜:《长江下游原始文明新源头——浙江嵊州小黄山新石器时代早期遗存的考古学研讨》,《文博》2006年第4期。
- [6] 同[5]a。
- [7] a.蒋乐平:《错综复杂的东南新石器时代早期文化——也谈浙江新发现的几处较早新石器时代遗址》,《中国文物报》2006年4月28日第7版。  
b.王海明:《浙江早期新石器文化遗存的探索与思考》,见《宁波文物考古研究文集》,科学出版社,2008年。
- [8] 蒋乐平等:《钱塘江上游新发现龙游荷花山遗址》,《中国文物报》2013年10月25日第5版。
- [9] a.Zheng, Y., Crawford, G. W., Jiang, L., et al., Rice Domestication Revealed by Reduced Shattering of Archaeological Rice from the Lower Yangtze Valley, *Scientific Reports*, 6, p.28136, 2016.  
b.郑云飞等:《稻谷遗存落粒性变化与长江下游水稻起源和驯化》,《南方文物》2016年第3期。
- [10] 桥头遗址是上山文化遗址群里第一个将环境作为完整的遗址单元进行考古发掘的。小黄山遗址发现过一段环壕,但破坏比较严重;湖西遗址也发现过环壕,但未正式发掘。参见张枫林、黄美燕:《上山文化的重要新发现——上山文化论坛暨义乌桥头遗址考古学术论证会纪要》,《中国文物报》2019年8月23日第6版。
- [11] a.陈报章等:《河南贾湖新石器时代遗址水稻硅酸体的发现及意义》,《科学通报》1995年第4期。  
b.陈报章等:《舞阳贾湖新石器时代遗址炭化稻米的发现、形态学研究及意义》,《中国水稻科学》1995年第3期。  
c.孔昭宸等:《河南舞阳县贾湖遗址八千年前水稻遗存的发现及其在环境考古学上的意义》,《考古》1996年第12期。
- [12] a.刘志一:《从玉蟾岩与牛栏洞对比分析看中国稻作农业的起源》,《农业考古》2003年第1期。  
b.袁家荣:《玉蟾岩获水稻起源重要新物证》,《中国文物报》1996年3月3日第1版。
- [13] a.Zhao, Z., The Middle Yangtze Region in China is One Place where Rice was Domesticated: Phytolith Evidence from the Diaotonghuan Cave, Northern Jiangxi, *Antiquity*, 72(278), pp.885-897, 1998.  
b.赵志军:《吊桶环遗址稻属植硅石研究》,《农业考古》2000年第3期。
- [14] 郑云飞、蒋乐平:《上山遗址出土的古稻遗存及其意义》,《考古》2007年第9期。
- [15] a.Liu, L., Lee, G. A., Jiang, L., et al., Evidence for the Early Beginning (c.9000 cal. BP) of Rice Domestication in China: a Response, *The Holocene*, 17(8), pp.1059-1068, 2007.  
b.Jiang, L. and Liu, L., New Evidence for the Origins of Sedentism and Rice Domestication in the Lower Yangzi River, China, *Antiquity*, 80(308), pp.355-361, 2006.  
c.Liu, L., Lee, G. A., Jiang, L., et al., The Earliest Rice Domestication in China, *Antiquity*, 81(313), pp.279-305, 2007.  
d.Fuller, D. Q., Qin, L., Harvey, E., Rice Archaeobotany Revisited: Comments on Liu et al. (2007), *Antiquity*, 82(315), <http://www.antiquity.ac.uk/projgall/fuller315/>, 2008.  
e.Pan, Y., Immature Wild Rice Harvesting at

- Kuahuqiao, China? *Antiquity*,82(316), <http://www.antiquity.ac.uk/projgall/pan316/>, 2008.
- f.Qiu, Z., Jiang, L., Wang, C., et al., New Evidence for Rice Cultivation from the Early Neolithic Hehuashan Site, *Archaeological and Anthropological Sciences*,11(4), pp.1259-1272, 2019.
- g.Zuo, X., Lu, H., Jiang, L., et al., Dating Rice Remains through Phytolith Carbon-14 Study Reveals Domestication at the Beginning of the Holocene, *Proceedings of the National Academy of Sciences*,114(2), pp.6486-6491, 2017.
- h.Ma, Y., Yang, X., Huan, X., et al., Rice Bulliform Phytoliths Reveal the Process of Rice Domestication in the Neolithic Lower Yangtze River Region, *Quaternary International*,426, pp.126-132, 2016.
- i.郇秀佳等：《浙江浦江上山遗址水稻扇形植硅体所反映的水稻驯化过程》，《第四纪研究》2014年第1期。
- j.Wu, Y., Jiang, L., Zheng, Y., et al., Morphological Trend Analysis of Rice Phytolith during the Early Neolithic in the Lower Yangtze, *Journal of Archaeological Science*,49, pp.326-331, 2014.
- [16] 2005年、2006年和2008年度的田野发掘，上山遗址共采集459份土样用于浮选。参见赵志军、蒋乐平：《浙江浦江上山遗址浮选出土植物遗存分析》，《南方文物》2016年第3期。
- [17] Piperno, D. R., *Phytolith Analysis: An Archaeological and Geological Perspective*, San Diego:Academic Press, 1988.
- [18] a.Twiss, P. C., Predicted World Distribution of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> Grass Phytoliths, In Jr Rapp, G. and Mulholland, S. C.(eds.), *Phytolith Systematics: Emerging Issues, Advances in Archaeological and Museum Science, vol.1*, New York: Plenum Press, 1992.
- b.吴乃琴等：《C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>植物及其硅酸体研究的历史生态意义》，《第四纪研究》1992年第3期。
- [19] a.同[17]。
- b.Lu, H., Liu, Z., Wu, N., et al., Rice Domestication and Climatic Change: Phytolith Evidence from East China, *Boreas*,31(4), pp.378-385, 2002.
- c.王永吉、吕厚远：《植物硅酸体研究及应用》，海洋出版社，1993年。
- d.王伟铭等：《南京直立人洞穴沉积的植硅体气候指数研究》，《科学通报》2003年第11期。
- [20] a.Pearsall, D. M., Piperno, D. R., Dinan, E. H., et al., Distinguishing Rice (*Oryza Sativa* Poaceae) from Wild *Oryza* Species through Phytolith Analysis: Results of Preliminary Research, *Economic Botany*,49(2), pp.183-196, 1995.
- b.张文绪、王莉莉：《7个稻种叶片硅酸体的研究》，《中国农业大学学报》1998年第3期。
- c.马雪泷、房江育：《8个野生稻种的叶片硅体研究》，《西北植物学报》2007年第8期。
- [21] a.同[20]a。
- b.Zhao, Z., Pearsall, D. M., Benfer, R. A., et al., Distinguishing Rice (*Oryza Sativa* Poaceae) from Wild *Oryza* Species through Phytolith Analysis, II Finalized Method, *Economic Botany*,52(2), pp.134-145, 1998.
- [22] 同[13]a。
- [23] a.同[19]c。
- b.藤原宏志：《プラント・オパール分析法の基礎的研究(1)——数種イネ科植物の珪酸体標本と定量分析法》，《考古学と自然科学》9，同城社，1976年。
- [24] 同[19]b。
- [25] 同[14]。
- [26] 吕烈丹、蒋乐平：《浙江浦江上山遗址植硅石分析初步报告》，见《环境考古研究》第4辑，北京大学出版社，2007年。
- [27] a.同[9]a。
- b.同[15]f。
- c.郑云飞等：《浙江嵊州小黄山遗址的稻作生产——来自植物硅酸体的证据》，《农业考古》2013年第4期。
- d.Liu, L., Field, J., Weisskopf, A., et al., The Exploitation of Acorn and Rice in Early Holocene Lower Yangzi River, China, *Acta Anthropologica Sinica*,29(3), pp.317-333, 2010.
- [28] a.同[27]c。
- b.Yang, X., Fuller, D. Q., Huan, X., et al., Barnyard Grasses were Processed with Rice

- around 10000 Years Ago, *Scientific Reports*,5, p.16251, 2015.
- c.王佳静、蒋乐平:《浙江浦江上山遗址打制石器微痕与残留物初步分析》,《南方文物》2016年第3期。
- [29] a.Zuo, X., Lu, H., Zhang, J., et al., Radiocarbon Dating of Prehistoric Phytoliths: A Preliminary Study of Archaeological Sites in China, *Scientific Reports*,6, p.26769, 2016.
- b.同[15]g。
- [30] a.同[15]j。
- b.同[15]j。
- [31] 同[15]f。
- [32] a.同[15]g。
- b.同[15]h。
- [33] 同[15]g。
- [34] 同[9]a。
- [35] 同[9]b。
- [36] a.同[15]f。
- b.同[15]h。
- c.同[15]i。
- d.同[15]j。
- [37] 同[27]c。
- [38] 同[5]a。
- [39] Zhang, J., Lu, H., Gu, W., et al., Early Mixed Farming of Millet and Rice 7800 Years Ago in the Middle Yellow River Region, China, *Plos One*,7(12), p.e52146, 2012.
- [40] Pearsall, D. M., *Paleoethnobotany: A Handbook of Procedures*, San Diego:Academic Press, 2000.
- [41] a.同[17]。
- b.Lu, H., Wu, N., Liu, K., et al., Phytoliths as Quantitative Indicators for the Reconstruction of Past Environmental Conditions in China II: Palaeoenvironmental Reconstruction in the Loess Plateau, *Quaternary Science Reviews*,26(5-6), pp.759-772, 2007.
- [42] 同[20]a。
- [43] a.Fuller, D. Q., Harvey, E., Qin, L., Presumed Domestication? Evidence for Wild Rice Cultivation and Domestication in the Fifth Millennium BC of the Lower Yangtze Region, *Antiquity*,81(312), pp.316-331, 2007.
- b.郑云飞等:《从南庄桥遗址的稻硅酸体看早期水稻的系统演变》,《浙江大学学报》(农业与生命科学版)2002年第3期。
- [44] 郑云飞等:《太湖地区新石器时代的水稻(*O. sativa* L.)硅酸体形状特征及其稻种演变初探》,《农业考古》1998年第1期;《太湖地区部分新石器时代遗址水稻硅酸体形状特征初探》,《中国水稻科学》1999年第1期。
- [45] 同[43]a。
- [46] Zheng, Y., Molecular Genetic Basis of Determining Subspecies of Ancient Rice Using the Shape of Phytoliths, *Journal of Archaeological Science*,30(10), pp.1215-1221, 2003.
- [47] a.同[15]j。
- b.Huan, X., Lu, H., Wang, C., et al., Bulliform Phytolith Research in Wild and Domesticated Rice Paddy Soil in South China, *PLoS One*,10, p.e0141255, 2015.
- [48] 同[15]j。
- [49] 同[15]j。
- [50] 邱振威等:《江苏泗洪韩井遗址水稻驯化的植硅体证据及相关问题》,《东南文化》2018年第1期。
- [51] Luo, W., Yang, Y., Yao, L., et al., Phytolith Records of Rice Agriculture during the Middle Neolithic in the Middle Reaches of Huai River Region, China, *Quaternary International*,426, pp.133-140, 2016.
- [52] a.同[15]j。
- b.同[50]。
- [53] 同[40]。
- [54] Madella, M. and Zurro, D., *Plants, People and Places: Recent Studies in Phytolith Analysis*, Oxford:Oxbow Books, 2007.
- [55] 同[50]。
- [56] 这种统计数字的选择并非完全人为规定的,而是根据统计学原理,针对不同样品中待统计者的种类丰富程度进行计算得出的。

(责任编辑 李学来)