

主办 江西省社会科学院



江西遂川县出土商代提梁卣

2021 / 3

中国中文核心期刊

中国国际影响力优秀学术期刊

中国人文社会科学核心期刊（扩展）

# 农业考古

Agricultural Archaeology





# 农业考古

中国中文核心期刊  
中国国际影响力优秀学术期刊  
中国人文社会科学核心期刊(扩展)

## 编辑委员会:

主任 田延光 蒋金法

委员 白云翔 赵志军 王先明 王思明

王星光 靳桂云 王日根 樊志民

施劲松 曾雄生 倪根金 樊 宾

龚剑飞 钟小武 施由明 王建平

尧水根 夏汉宁

主 编 施由明

副主编 王建平 尧水根

主管主办 江西省社会科学院

编辑出版 江西省社会科学院《农业考古》编辑部

2021·3





# 农业考古

(双月刊)

2021年第3期

(总第175期)

国内统一连续出版物号:

CN 36-1069/K

国际标准连续出版物号:

ISSN 1006-2335

2021年6月26日印刷出版

江西省社会科学院 主管主办

江西省社会科学院

《农业考古》编辑部 编辑出版

主 编:施由明

副主编:王建平 尧水根

印 刷:江西千叶彩印有限公司

订阅处:本刊编辑部

(江西省南昌市洪都北大道649号)

电话:0791-88595816

邮政编码:330006

国外总发行:中国国际图书贸易总公司

(北京车公庄西路35号)

国外代号:BM624

国内定价:25.00元

海外定价:15.00美元

(另加航空邮费5.00美元)

国内零售处:

北京市:北京人天书店有限公司

北京国图书刊服务有限责任公司

上海市:上海富民书店

投稿邮箱:agarsym@126.com

本刊不以任何形式收取版面费

举报电话:0791-88592312

## 目 次

### 农业考古发现与研究

现代水田微体植物遗存分析 .....邱振威(007)

试论仰韶文化陶质酒器 .....李 萌(014)

汉晋时期湘西地区农业初探

——以官田遗址为例 .....吴瑞静 莫林恒 范宪军(023)

### 农业历史

魏晋南北朝黄河中下游地区的水稻种植 .....薛瑞泽(031)

兴屯实边:清末川边农业垦殖研究(1903-1911) .....王海兵(038)

以土化洋:穆懿尔与山西农业近代化 .....毛逸群(046)

1949年以前西藏农作物的种类及其栽培与引进考述

.....陈强强(055)

### 农业经济史

清代清水江流域租佃关系与社会变革 .....袁轶峰(064)

道光二十八年扬州卫三帮漕运水程清册研究 .....钮希强(074)



# Agricultural Archaeology

## No. 3, 2021(General Serial No.175) Main Contents

- Analysis of Micro Plant Remains from Modern Paddy Field .....Qiu Zhenwei(007)
- Preliminary Research on the Pottery Wine Vessels of the Yangshao Culture .....Li Meng(014)
- Rice Cultivation in the Middle and Lower Reaches of the Yellow River During Periods of Wei,  
Jin and the North-South Dynasties .....Xue Ruize(031)
- Study on the Varieties, Cultivation and Introduction of Crops in Tibet Before the Founding of New China  
.....Chen Qiangqiang(055)
- Relationship Between Tenancy and Social Transformation in Qingshuijiang Basin in Qing Dynasty  
.....Yuan Yifeng(064)
- Research on the Practice and Changes of Lingnan's Longevity Clubs .....Gu Chunjun(091)
- On the Forestry Thoughts of *Guanzi* .....Zhang Lianwei(101)
- Epidemic Peak and Climate Change During the Wei, Jin, Northern and Southern Dynasties  
.....He Maofeng, Bu Fengxian(150)
- Study On Economic Thought Of Water Control In Lingqu Water Conservancy Project  
.....Xie Yonggang,Tang Zhongli,Ma Bailing(157)
- Planting and Cultivation of *Pueraria* and Its Fabric Utilization in Ancient China  
.....Xu Yunzhi, Zhu Hongbin(177)
- Construction of Talent System for Japanese Agriculture "Going Global" and Its Enlightenment to China  
.....Wang Ying, Shen Zhizhong(206)
- Textual Research on the Author, Writing, Content and Lost Articles of *Agriculture and Sericulture  
Essentials* .....Ji Shunping(218)
- On Traditional Chinese Cattle-Judging Technique .....Wang Jinmei, Yang Yuan, Miao Yongwang(237)
- Analysis on Development Process of the Entrepreneurship After Returning to Hometown from the  
Perspective of Urban-Rural Relationship and Regional Development  
.....Zhang Jingyi, Chen Chuanbo(252)





清代台湾内山番地社民哨望图(载中国台北故宫博物院藏清佚名《台湾内山番地风俗图册》)

# 农业考古

(双月刊)

Nongye Kaogu

1981年创刊

2021年第3期 总第175期

主办单位:江西省社会科学院

编辑出版:江西省社会科学院《农业考古》编辑部

主 编:施由明

副 主 编:王建平 尧水根

地 址:江西省南昌市洪都北大道649号

电 话:0791-88595816 88592324 88592141

邮政编码:330006 投稿邮箱:agarsym@126.com

国内发行:江西省社会科学院《农业考古》编辑部 国外发行:中国国际图书贸易总公司 国外代号:BM 624

国内统一连续出版物号:CN 36-1069/K 国际标准连续出版物号:ISSN 1006-2335

数字出版:国家哲学社会科学学术期刊数据库

《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社 中国知网:www.cnki.net

印 刷:江西千叶彩印有限公司

国内定价:25.00元

海外定价:15.00美元

ISSN 1006-2335



9 771006 233211



# 现代水田微体植物遗存分析\*

邱振威

**摘要:**基于古水田的发现和研究,本文选取一处现代水田的耕作层进行微体植物遗存提取与分析。结果显示,水稻扇型植硅体和水稻双峰型植硅体的百分比相对较低,浓度较高且自下而上趋于增加,水稻型禾本科花粉含量(平均超过50%)和浓度(高达5051个/克干样)均较高。总体上,这些反映了长期频繁的水稻种植活动。通过孢粉和植硅体构建的植被景观与采样点附近现在的植被分布具有很好的一致性,总体呈现温暖湿润的气候特点。这项工作从技术层面深化了对水稻植硅体和水稻型花粉形态与梯度分布的认识,有助于对考古遗址文化堆积中提取的水稻植硅体和花粉进行甄别和形态对比;同时,对于古水田的判定、研究以及稻作农业发展的评判也具有十分重要的意义。

**关键词:**现代水田;植硅体;孢粉;稻作农业;环境景观

**中图分类号:**K879.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-2335(2021)03-0007-07

## Analysis of Micro Plant Remains from Modern Paddy Field

Qiu Zhenwei

**Abstract:** Based on the discovery and study of ancient paddy fields, this paper selects a modern paddy field to extract and analyze the remains of micro-plants in the plow layer of paddy soil. Generally, the percentages of *Oryza*-type bulliform and double-peaked *Oryza*-type phytoliths are relatively low while the concentrations are higher and tend to increase from bottom to top, together with the higher percentage (more than 50% in average) and concentration (up to 5051 pieces per gram dry sample) of *Oryza*-type Poaceae pollen, which reflects the long-term frequent rice planting. The vegetation landscape constructed by pollen and phytolith is in good agreement with the current vegetation distribution near the sampling point, and generally presents a warm and humid climate. On the one hand, this work has deepened the understanding of the morphology and gradient distribution of rice phytoliths and *Oryza*-type pollen from the technical level, which is helpful for the identification and morphological comparison of rice phytoliths and *Oryza*-type Poaceae pollen extracted from the cultural accumulation of archaeological sites. On the one hand, it is also of great significance for the judgment and research of ancient paddy field and evaluation of rice farming.

**Key words:** modern paddy field; phytolith; pollen; rice farming; environmental landscape

### 一、引言

水田,在《辞海》中被解释为“周围有隆起的田埂,能蓄水的耕地”<sup>[1]</sup>,《现代汉语词典》中一般指“周围有隆起的田埂,能蓄水的耕地,多用来种植水稻”<sup>[2](P1221)]</sup>,即从事稻作农业生产的主要场所,这也是狭义的水田范畴。古水田的发掘与研

究,有助于复原稻作农业历史及其与古代社会发展的关系<sup>[3]</sup>。目前发现的中国境内新石器时代水田遗迹,分布地域涵盖长江中下游、淮河下游和黄河下游,时间跨度从距今8000年前到距今4000年前。尤以长江三角洲地区良渚文化时期的水田为代表,水田面积较大(施岙遗址古稻田总面积

邱振威,男,中国国家博物馆副研究馆员,研究方向为植物考古、环境考古、田野考古。

\*基金项目:国家社会科学基金青年项目“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)。



约90万平方米<sup>[4]</sup>),单块田块面积达到上千平方米(茅山遗址出土了近2000平方米的水田<sup>[5](P31-39)</sup>),发展出河流、水沟、池塘、储水坑、水井等组成的灌溉系统。

有学者尝试对比古水田和现代水田的水稻土<sup>[6]</sup>有机化学组分,发现绰墩遗址水田遗迹S27堆积最上层(100-116cm)的土壤有机质浓度与太湖流域现代水田的土壤有机质浓度<sup>[7](P695-701)</sup>相当,但是较之其最下层堆积高约5倍<sup>[8](P232-236)</sup>。我们曾对马家浜、崧泽和良渚文化时期的江苏昆山姜里<sup>[9]</sup>和朱墓村<sup>[10](P57-67)</sup>遗址出土古水田开展了较为系统的植物遗存分析,重点从大植物、植硅体和孢粉等植物遗存的角度进行考察,尤其是设计了结合文化堆积的连续梯度取样与分析单元,对认识古水田的堆积形成过程、水田农耕生产方式(水田管理与水稻收割方式等)、水田生态景观等提供了较好的研究范例与讨论空间(如我们提出“轮休”制度、除草等田间管理措施、水稻收割方式的转变等在植硅体上应该有所反映)。华南地区现代野生稻生长地和水稻田的表土植硅体开展了专题分析<sup>[11](Pc0141255)</sup>,进一步证实水稻扇型植硅体鱼鳞状纹饰(大于等于9者的百分比)用于判断水稻驯化过程具有重要的指示意义<sup>[12]</sup>。

但是,我们对水田遗迹自身的判断、水田堆积的性质和形成过程、水田的发展演变等一系列问题的认识仍处于初步阶段。因此,萌生了对现代水田土壤(水稻土犁耕层)进行尝试性研究的想法,初步设定是对特定现代水田的耕作层进行微体植物遗存的提取与分析,寻找是否存在一定规律性。该案例与尝试或将有助于反思已经分析的一些古水田堆积<sup>[13]</sup>,并为今后的研究提供思路。

## 二、样品采集与实验分析

### (一)样品采集

我们选取江苏无锡一处二十世纪末仍作为水田种植水稻的地点进行尝试分析,该地点系在进行杨家新石器时代遗址试掘工作过程中偶然发现。该水田堆积正处于现代绿化林表土和考古文化层之间,厚达46cm,很容易辨别并获取样品。为了与考古遗址出土的“水田”遗迹进行对比,我们设定的取样梯度是2cm,共计获取23个

梯度单位样品(图1),其中耕作层14个,犁底层9个。

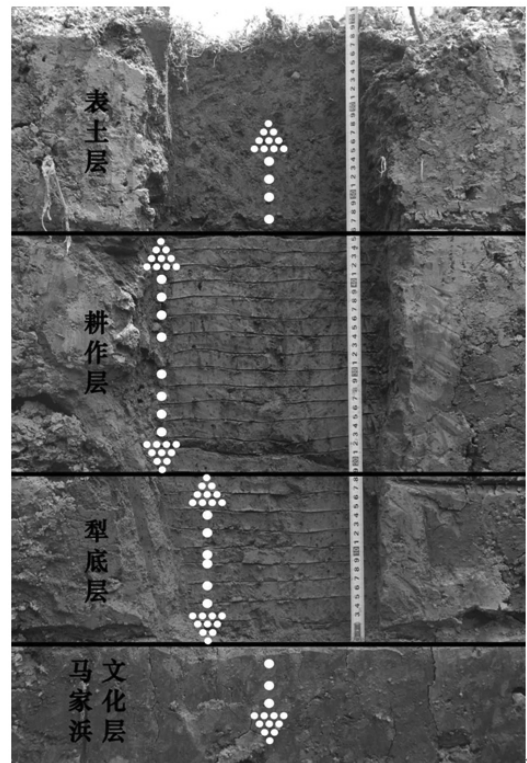


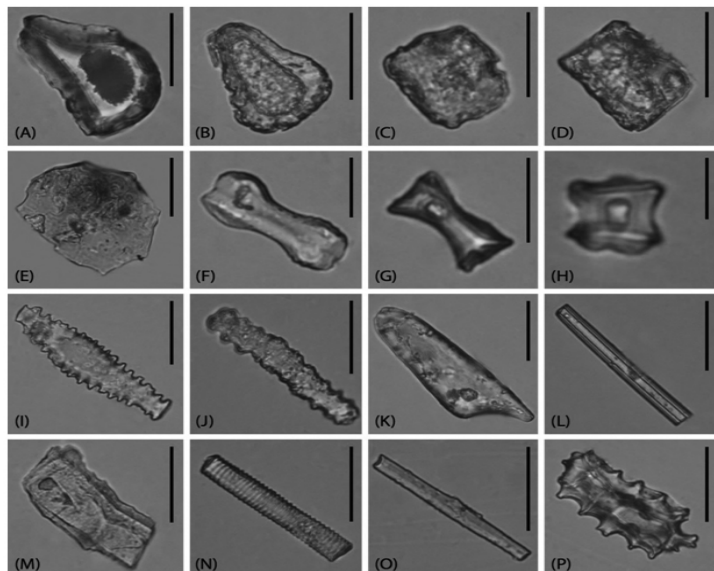
图1 现代水田耕作层和犁底层堆积采样示意图

### (二)植硅体提取与分析

植硅体类型主要包括:扇型、方型、长方型、平滑棒型、突起棒型、刺状棒型、尖型、帽型、长鞍型、短鞍型、哑铃型、水稻双峰型、木本型和导管等(见次页图2)。总体上,各梯度深度的植硅体基本均以扇型、平滑棒型、长鞍型和哑铃型为主。鉴定出的植物种类有水稻 (*Oryza sativa*)、芦苇 (*Phragmites australis*)、竹亚科(*Bambusoideae*)、早熟禾亚科(*Pooideae*)等。此外,还发现少量海绵骨针 (*sponge spicules*)和硅藻(*diatoms*)。根据植硅体百分比和浓度图式,结合水田堆积的土质土色,将水田梯度堆积的水稻植硅体分两部分进行描述(见次页图3、4)。

犁底层:水稻扇型植硅体百分比平均约4.1%(2.8%-7.7%),平均浓度约14476个/克干样(6607-24777个/克干样);水稻双峰型植硅体百分比平均约3.4%(0-6.6%),平均浓度约11695个/克干样(0-24777个/克干样)。





A. 水稻扇型 (*Oryza*-type bulliform); B. 扇型 (Cuneiform bulliform); C. 方型 (Square); D. 长方形 (Rectangular); E. 水稻双峰型 (Double-peaked *Oryza*-type); F. 哑铃型 (Bilobate); G. 长鞍型 (Long-saddle); H. 短鞍型 (Short-saddle); I. 刺状棒型 (Elongate dendritic); J. 突起棒型 (Elongate echinate); K. 尖型 (Acicular hair cell); L. 海绵骨针 (Sponge spicule); M. 木本型 (Polyhedron aggregate); N. 导管 (Cylindric sulcate tracheid); O. 平滑棒型 (Elongate psilate); P. 未知型 (Unknown type). 比例尺: A,B,D,E,I-P, 40 $\mu$ m; C, 30 $\mu$ m; F,G, 20 $\mu$ m; H, 10 $\mu$ m.

图2 无锡现代水田植硅体图版

耕作层: 水稻扇型植硅体百分比略有降低, 平均约3.9%(1.6%–8.5%); 同时浓度趋于增加, 平

均约18259个/克干样(3717–44599个/克干样)。水稻双峰型植硅体百分比增加至平均约4.9%(0.7%–9.7%), 浓度也大幅增加, 平均约24416个/克干样(1239–56988个/克干样)。

(三) 孢粉提取与分析

实验提取到的孢粉类型包括: 裸子植物主要是松属 (*Pinus*); 被子植物木本类型主要有栎属 (*Quercus*)、栲属 (*Castanopsis*)、枫香树属 (*Liquidambar*)、榆属 (*Ulmus*)、桤木属 (*Alnus*)、榛属 (*Corylus*)、鹅耳栎属 (*Carpinus*)、桦木属 (*Betula*)、桃金娘科 (*Myrtaceae*)、壳斗科 (*Fagaceae*)、胡桃属 (*Juglans*)等; 陆生草本和灌木类主要是陆生的禾本科 (*Poaceae*)、豆科 (*Fabaceae*)、蒿属 (*Artemisia*)、车前草属 (*Plantago*)、莎草科 (*Cyperaceae*)、藜科 (*Chenopodiaceae*)、紫菀型菊科 (*Aster-type Asteraceae*)、石竹科 (*Caryophyllaceae*)、瑞香科 (*Thymelaeaceae*)、蓼属 (*Polygonum*)、毛茛属 (*Ranunculus*)等, 另有水生草本香蒲 (*Typha*) 和狐尾藻属 (*Myriophyllum*); 蕨类孢子主要是水蕨

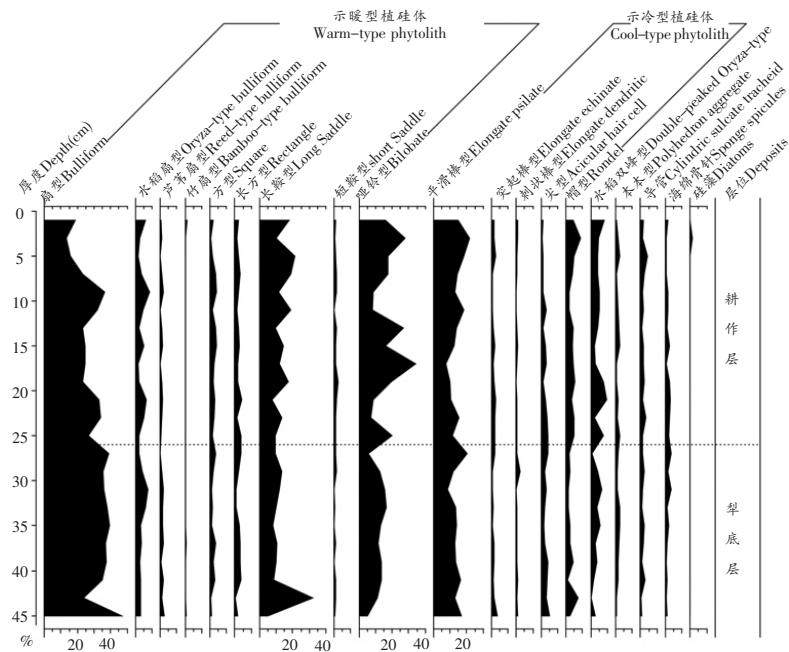


图3 无锡现代水田植硅体百分比图式



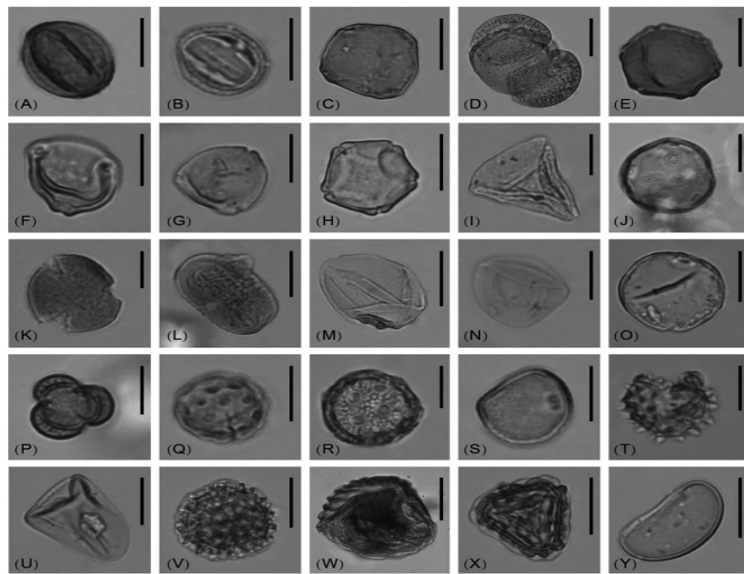
属(*Ceratopteris*)、水龙骨科(*Polypodiaceae*)、凤尾蕨

属(*Pteris*)和其他三缝孢(*Triletes*)、单缝孢(*Mono-*

*letes*)等(图5)。

总体上,该堆积中揭示的是栎属—栲属—水稻型禾本科—野生型禾本科的孢粉组合。陆生花粉总浓度平均为2618个/克干样(见次页图7)。孢粉组合(见次页图6)以陆生草本为主,其中禾本科平均百分比约59.9%(45.5%—71.6%)且总体较为稳定;犁底层有一定的车前草属(平均约2.5%)、蒿属(平均约3.7%)和藜科(平均约4.0%)。乔木类以阔叶的栎属和栲属为主体,平均百分比分别11.9%(0—21.7%)和8.0%(0—50%);另有少量针叶的松属(平均约2.9%)等。水生草本总浓度为824个/克干样,其主要为香蒲(平均约2.3%)。蕨类孢子总浓度为13621个/克干样,以三缝孢为主。下面对禾本科花粉分层做重点描述。

犁底层:陆生花粉总浓度平均为306个/克干样。水稻型花粉百分比平均约36.0%(13.3%—61.5%),平



A. 栎属(*Quercus*);B. 栲属(*Castanopsis*);C. 榆属(*Ulmus*);D. 松属(*Pinus*);E. 胡桃属(*Juglans*);F. 桦木属(*Betula*);G. 榛属(*Corylus*);H. 桤木属(*Alnus*);I. 桃金娘科(*Myrtaceae*);J. 枫香树属(*Liquidambar*);K. 毛茛属(*Ranunculus*);L. 豆科(*Fabaceae*);M. 禾本科(*Poaceae*)>40 $\mu$ m;N. 禾本科(*Poaceae*)<40 $\mu$ m;O. 车前草属(*Plantago*);P. 蒿属(*Artemisia*);Q. 藜科(*Chenopodiaceae*);R. 石竹科(*Caryophyllaceae*);S. 香蒲属(*Typha*);T. 紫菀型菊科(*Aster-type Asteraceae*);U. 莎草科(*Cyperaceae*);V. 瑞香科(*Thymelaeaceae*);W. 水蕨(*Ceratopteris*);X. 凤尾蕨(*Pteris*);Y. 水龙骨科(*Polypodiaceae*)。比例尺:A,B,F,G,I-K,N,P-T,20 $\mu$ m;C,E,H,L,O,U,V,Y,30 $\mu$ m;D,M,X,40 $\mu$ m;W,80 $\mu$ m。

图5 无锡现代水田孢粉图版

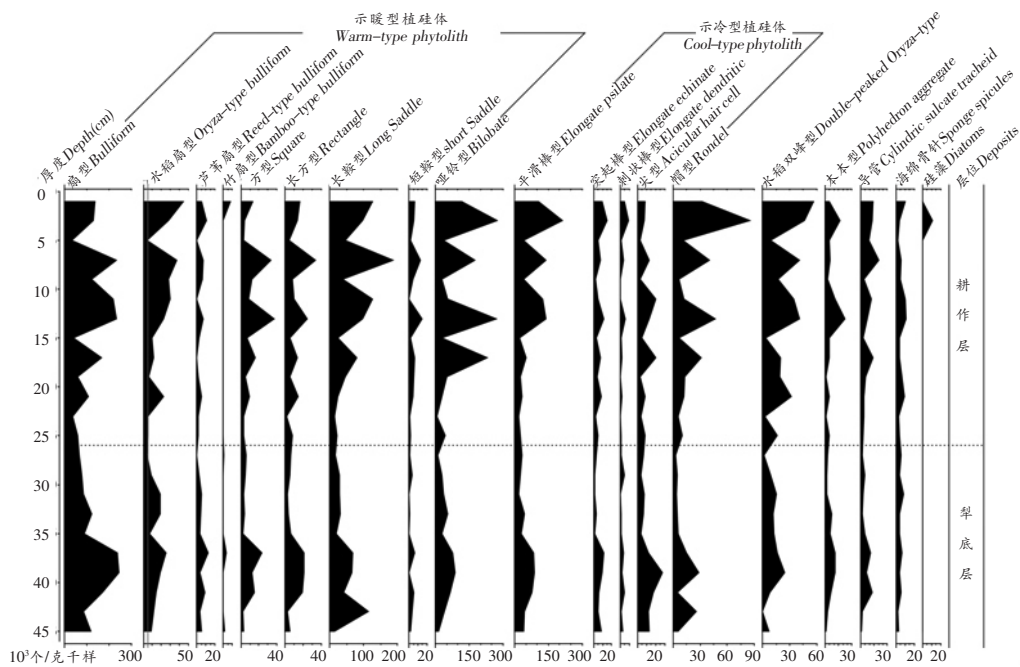


图4 无锡现代水田植硅体浓度图式



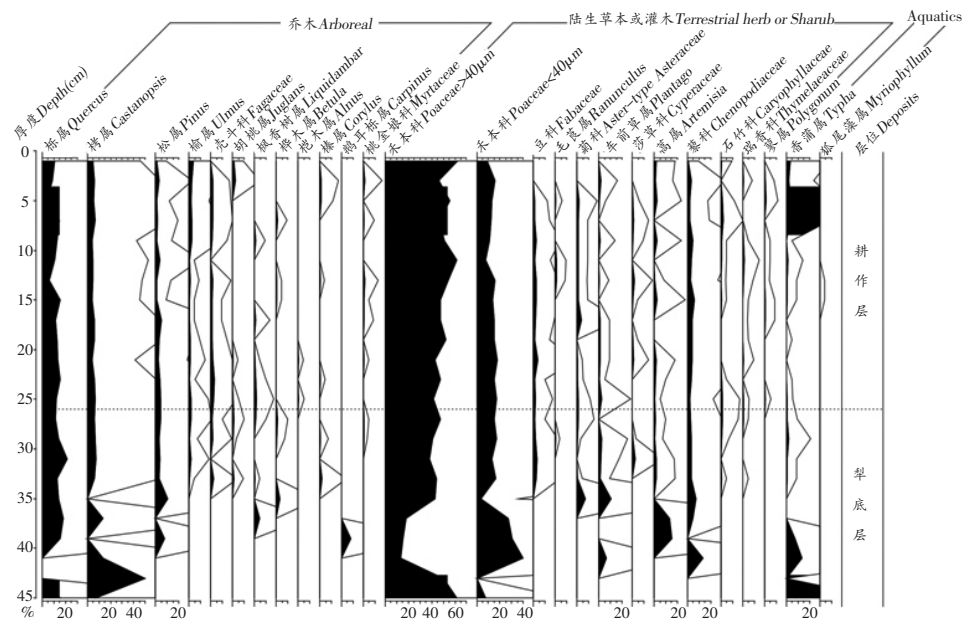


图6 无锡现代水田孢粉百分比图式

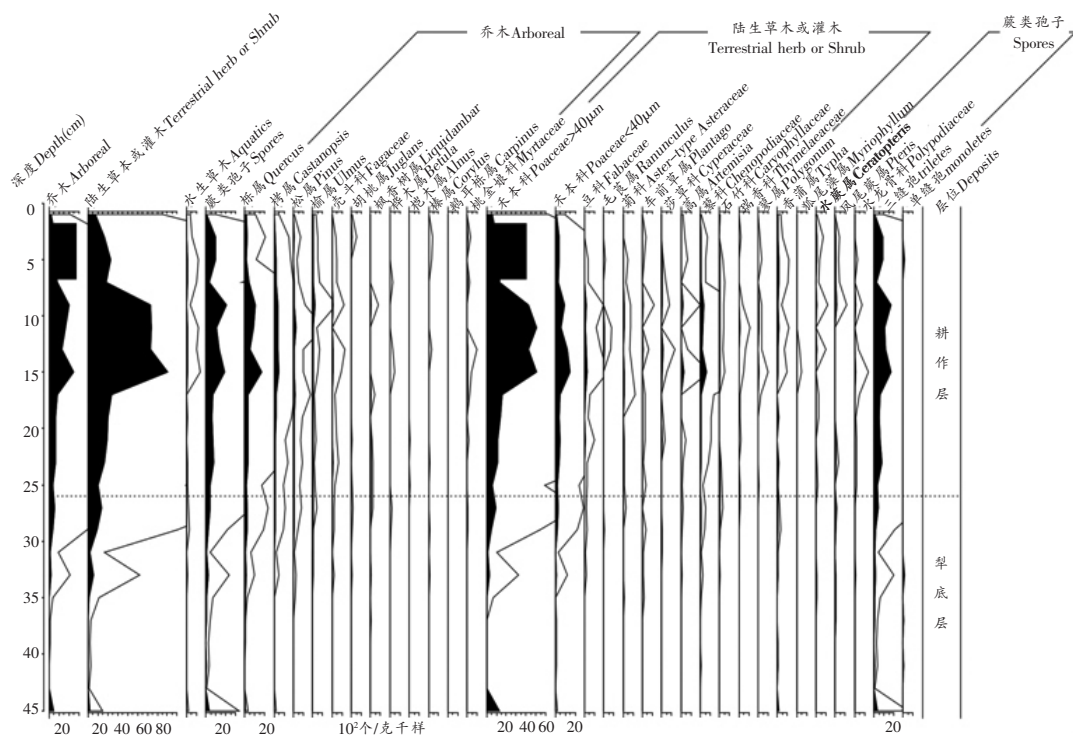


图7 无锡现代水田孢粉浓度图式

均浓度约132个/克干样(5-542个/克干样);野生禾本科花粉百分比平均约17.3%(0-40%),平均浓度约49个/克干样(0-224个/克干样)。

耕作层:陆生花粉总浓度骤增,平均为4104个/克干样。水稻型花粉百分比大幅增加,平均含

量约50.3%(41.8%-62.4%);浓度骤增,达到平均约2133个/克干样(588-5051个/克干样)。野生禾本科花粉百分比有所减少,平均约13.8%(7.6%-62.4%);浓度也有大幅增加,平均约546个/克干样(92-1477个/克干样)。



### 三、讨论

孢粉和植硅体分析表明,该采样点及其附近的地带性植被系以栎属和栲属为代表的常绿—落叶阔叶混交林,并混生有少量的枫香树属、榆属、桤木属、榛属、鹅耳枥属、桦木属、桃金娘科、胡桃属等。林缘开阔地除了人为栽培的大量水稻外,还生长一些野生的禾本科、竹亚科、早熟禾亚科、芦苇、藜科、蒿属、车前草属等陆生草本植物。河湖边缘、沼泽湿地等处生长一定量的水生香蒲属植物和少量狐尾藻属等漂浮植物。林下分布有一定量蕨类(如水蕨、凤尾蕨、水龙骨)孢子。以上通过孢粉和植硅体构建的植被景观,与采样点附近现在的植被分布具有很好地一致性,总体呈现温暖湿润的气候特点。虽然水田耕作层受到人为耕作的影响,但一定程度和尺度上仍可以用来构建地方性植被景观。这一点与考古遗址人为堆积及其附近自然沉积所揭示的相似地方性植被景观不谋而合<sup>[14](P9306)</sup>,区别只是已经存在历史的过去和即将成为历史的现在罢了。

在本次取样点46cm厚的水田堆积中,水稻扇型植硅体和双峰型植硅体的百分比相对较低,但是浓度非常高且呈现出自下而上趋于增加的特点,与我们在马家浜文化时期姜里遗址水田堆积中观察到的现象基本一致<sup>[15](P374-386)</sup>。现代水田堆积中,水稻扇型植硅体除了两个堆积单元外,均达到了水田植硅体的判别标准(5000个水稻扇型植硅体/克干样)<sup>[16]</sup>,但是其浓度存在一定程度的波动,很可能是受到间歇性的轮作(种植它作物,如棉花、油菜等)和机械化的耕作造成土壤上下翻动相对剧烈的影响。这也在一定程度上也证实了我们对姜里遗址马家浜文化水田耕作方式的分析与判断<sup>[17]</sup>。

一般认为禾本科花粉具有低代表性<sup>[18]</sup>,因此现代水田堆积单元(特别是耕作层)中水稻型禾本科花粉较高的含量(平均超过50%)和浓度(高达5051个/克干样)应是水稻种植行为的直接反应。这与现代稻作区表土中禾本科花粉的含量特点<sup>[19](P262-272)</sup>,以及古水田堆积中水稻型禾本科花粉的含量与浓度分布<sup>[20](Pc86816)</sup>具有较好地协同性。

由上,通过植硅体与孢粉这两个指标的分析,可以判断现代水田取样点附近一度存在较为长期频繁的水稻种植活动。

### 四、问题与展望

对现代水田堆积的植硅体和孢粉分析,一方面从技术层面加深了对水稻扇型植硅体、双峰植硅体和双峰型花粉形态的认识,有助于对考古遗址文化堆积中提取到的可能与水稻相关的植硅体和花粉进行甄别和形态对比;另一方面,对于古水田的判定、研究以及稻作农业发展程度的评判也具有十分重要的意义。

以上主要是基于一处(无锡)现代水田(地点)的植硅体和孢粉分析得到的初步结论。为了验证其普适性和有效性,还需考虑同一水田不同采样点、区域不同地点、多个地区、不同性质(土壤性质、供水系统、种植强度等)的水田堆积,进行更加系统科学的比较研究,这也是今后工作的重点。同时,现代水稻种植的旱田系统情况如何、其与水田系统是否存在差别、土壤形态上能否进行有效区分等,也需要考虑。此外,还应考虑将现代野生稻居群生长地的自然沉积物纳入分析与比较研究范畴。

附记:本文分析的现代水田样品采集于2013年6月,系在笔者开展博士论文研究工作涉及一处马家浜文化遗址之时,为开展对比研究附带采集所得。感谢无锡市文化遗产保护和考古研究所刘宝山研究员、李一全研究员及无锡阖闾城遗址博物馆丁兰兰女士对本研究的支持,感谢中国科学院大学考古学与人类学系蒋洪恩教授、中国社会科学院考古研究所陈相龙博士在样品采集过程中的帮助。

### [参考文献]

- [1]大辞海编辑委员会.大辞海(词语卷)[M].上海:上海辞书出版社,2003.
- [2]中国社会科学院语言研究所词典编辑室.现代汉语词典(第6版)[M].北京:商务印书馆,2012.
- [3]a.靳桂云.日本的水田考古研究[N].中国文物报,2006-01-27(7).b.邱振威,蒋洪恩,丁金龙,等.江苏昆山姜里遗址马家浜文化水田植硅体分析[J].东方考古,2014(11).
- [4]宋姝,王永磊.余姚施岙遗址古稻田考古发掘专家



论证会召开[C].“浙江考古”微信公众号,2020-12-14.

[5]赵晔.浙江余杭临平遗址群的聚落考察[J].东南文化,2012(2).

[6]李庆远.中国水稻土[M].北京:科学出版社,1992.

[7]Zhang H. C., Cao Z. H., Shen Q. R., et al.Effect of phosphate fertilizer application on phosphorus (P) losses from paddy soils in Taihu Lake Region: I. Effect of phosphate fertilizer rate on P losses from paddy soil[J].*Chemosphere*,2003(6).

[8]Cao Z. H., Ding J. L., Hu Z. Y., et al. Ancient paddy soils from the Neolithic age in China's Yangtze River Delta[J].*Naturwissenschaften*,2006(5).

[9][17]a. Qiu Z., Jiang H., Ding J., et al. Pollen and phytolith evidence for rice cultivation and vegetation change during the Mid-Late Holocene at the Jiangli site, Suzhou, East China[J].*PLoS One*,2014(1).b.邱振威,蒋洪恩,丁金龙,等.江苏昆山姜里遗址马家浜文化水田植硅体分析[J].东方考古,2014(11).

[10]邱振威,丁金龙,蒋洪恩,等.江苏昆山朱墓村良渚文化水田植物遗存分析[J].东南文化,2014(2).

[11]Huan X., Lu H., Wang C., et al. Bulliform phytolith research in wild and domesticated rice paddy soil in South China[J].*PLoS One*,2015(10).

[12]a. Lu H., Liu Z., Wu N., et al. Rice domestication and climatic change: phytolith evidence from East China[J].*Boreas*,2002,(4).b.Wu Y., Mao L., Wang C., et al. Phytolith evidence suggests early domesticated rice since 5600 cal a BP on Hainan Island of South China[J].*Quaternary International*,2016(426).

[13]a.李春海,章钢娅,杨林章,等.埤墩遗址古水稻土孢粉学特征初步研究[J].土壤学报,2006(3).b.卢佳,胡正

义,曹志洪,等.长江三角洲埤墩遗址埋藏古水稻土肥力特征研究[J].中国农业科学,2006(1).c.曹志洪,杨林章,林先贵,等.埤墩遗址新石器时期水稻田、古水稻土剖面、植硅体和炭化稻形态特征的研究[J].土壤学报,2007(5).

[14]Qiu Z., Jiang H., Ding L., et al. Late Pleistocene-Holocene vegetation history and anthropogenic activities deduced from pollen spectra and archaeological data at Guxu Lake, eastern China[J].*Scientific Reports*,2020(10).

[15]邱振威,蒋洪恩,丁金龙,等.江苏昆山姜里遗址马家浜文化水田植硅体分析[J].东方考古,2014(11).

[16]a.靳桂云.日本的水田考古研究[N].中国文物报,2006-01-27(7).b.靳桂云,燕生东,宇田津彻郎,等.山东胶州赵家庄遗址4000年前稻田的植硅体证据[J].科学通报,2007(18).

[18]a. Raynor G. S., Ogden E. C., Hayes J. V. Dispersion and deposition of corn pollen from experimental sources [J].*Agronomy Journal*, 1972 (4).b.Luna V. S., Figueroa M. J., Baltazar M. B., et al. Maize pollen longevity and distance isolation requirements for effective pollen control[J].*Crop Science*,2001(5).c.Lane C. S., Cummings K. E., Clark J. J. Maize pollen deposition in modern lake sediments: a case study from Northeastern Wisconsin [J].*Review of Palaeobotany and Palynology*,2010(3-4).

[19]杨士雄,郑卓,黄康有,等.亚热带稻作区表土孢粉研究及其考古学应用[J].第四纪研究,2010(2).

[20]Qiu Z., Jiang H., Ding J., et al. Pollen and phytolith evidence for rice cultivation and vegetation change during the Mid-Late Holocene at the Jiangli site, Suzhou, East China[J].*PLoS One*,2014(1).

责任编辑:施由明