

江苏张家港黄泗浦遗址唐代以来环境考古研究^{*}

王坤华¹⁾ 朱 诚^{1)*} 李 冰²⁾ 李 兰³⁾ 吴 立⁴⁾ 李开封⁵⁾ 陈 刚⁶⁾ 高 伟⁶⁾

1) 南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210093, kunhua1000@163.com, zhuchengnj@126.com;

2) 河北师范大学资源与环境学院, 石家庄 050024;

3) 四川大学历史文化学院, 成都 610065;

4) 安徽师范大学国土资源与旅游学院, 芜湖 241000;

5) 河南大学环境与规划学院, 开封 475004;

6) 南京博物院考古研究所, 南京 210016

提要 对江苏张家港黄泗浦遗址地层进行微体古生物、孢粉、Rb/Sr、Ti 及磁化率代用指标的综合研究, 发现唐代早期地层中有海相硅藻、有孔虫、鱼类骨骼化石、水蕨孢子等存在, 结合岩性特征, 判断其应属与海相通的河流低能或静水沉积环境。孢粉、Rb/Sr、Ti 分析结合相关历史文献资料表明该区唐代气候整体温和湿润, 至宋代逐渐变为温凉。孢粉和磁化率代用指标指示遗址区自唐代以来受人类活动的干扰程度不断加强。气候环境变迁和人类活动的共同作用导致了遗址区向海通道——古河道 G13 的淤塞, 以致填平。南宋以后张家港北部迅速成陆, 长江岸线不断东移及入海通道被阻隔, 使古黄泗浦丧失了沿江航运的天然条件, 最终导致古黄泗浦港的衰败。

关键词 孢粉 磁化率 环境考古 黄泗浦遗址

1 引言

随着国际全球变化研究的深入, 人地关系的环境考古研究已成为过去全球变化研究的一个重要方面(Dunning *et al.*, 1998; 黄春长, 2001; Yasuda *et al.*, 2004)。长江三角洲地区拥有丰富的新石器时代考古遗存, 加之受长江和太湖影响深刻, 成为中国南方地区研究人地关系环境考古的理想区域之一, 许多学者对该区全新世以来的生态、环境演变进行了多方面的研究(王开发等, 1984; 黄翡等, 1998; 于世永等, 2000; 王伟铭等, 2010)。目前, 该地区与所发现的历史时期考古遗址相关的环境研究较为缺乏, 所以探讨该区域历史时期以来人类文化发展与环境演变关系的研究显得尤为重要。

黄泗浦遗址位于张家港北部, 为唐宋时期遗址, 是当时长江入海口南岸一个规模较大的港口型集镇(顾颉, 2010; 高伟, 2013)。《唐大和上东征传》记载

黄泗浦遗址是鉴真和尚第六次东渡的起航地(真人元开等, 2000), 可见该区域是唐代重要的交通枢纽, 在南北文化交流乃至世界文化交流中具有重要地位。本研究通过对黄泗浦遗址地层的微体古生物鉴定、孢粉鉴定及其禾本科粒径的测量(Joly *et al.*, 2007; Beug, 1961; Andersen, 1978; 舒军武, 2007)以及 Rb/Sr、Ti 及磁化率等环境变化代用指标综合分析, 结合相关考古和历史文献资料, 揭示唐代以来张家港北部黄泗浦地区自然环境变化与人类活动之间的关系, 并在此基础上探讨古黄泗浦港衰败的原因。

2 研究区和遗址概况

张家港市位于长江下游南岸, 地处太湖碟形平原最北缘, 北滨长江与南通、如皋、靖江隔江相望, 南近太湖与无锡、苏州相邻, 东与常熟相连, 西与江阴接壤。地貌系长江三角洲成陆较晚的冲积平原, 略呈西南-东北向倾斜, 地势平坦, 海拔一般 4—6 m。

收稿日期: 2014-07-17

^{*} 国家自然科学基金(41371204, 41171163), 国家社科重大基金(11&ZD183), 江苏省科技计划项目(BE2014705), 中科院湖泊与环境国家重点实验室开放基金(2012SKL003)资助。

^{**} 通讯作者。

地区内河、港、浦、塘纵横贯通,水系面积占总面积的 17%,可分为南部澄、锡、虞地区与北部沿江圩区两个支系。本区属北亚热带湿润季风气候,气候温和,雨热同季。

黄泗浦遗址位于张家港市杨舍镇庆安村与塘桥镇滩里村交界处,北距长江约 14 km,西距张家港市市区约 3 km(插图 1)。中心地理坐标 31°55′6.50″N, 120°36′45.15″E,海拔高程 3 m。发掘时周围以村庄和水稻田为主,并有多条小河贯穿东西。整个遗址呈东西长、南北窄的不规则长方形,总面积约为 $120 \times 10^4 \text{ m}^2$,自西向东分布有三处遗迹密集区,西区位于庆安村西侧(现骏马农林公司内),中区位于庆安

村中部及北侧,东区位于黄泗浦河道西岸方桥附近。研究选取的探方 T5810 位于东区,该区发现有唐宋时期的房址、灰坑、灰沟、水井、道路、墙基等诸多重要遗迹,还出土了大量的唐代瓷器、陶器、铁器、铜器、骨角器等遗物。在 T5810 中部发掘灰沟 G13,平面为长条形,略呈西北—东南走向,沟内填土中出土遗物众多,按土质土色自上而下可分为 14 层,考古证实其为黄泗浦古河道(高伟,2013)。TG1 位于同区 T5810 东侧 10 m,为解剖黄泗浦古河道清理至生土,地层填土内的器物所反映的时代,以及土质土色的变化等因素共同确定其地层划分与 T5810 剖面相同。

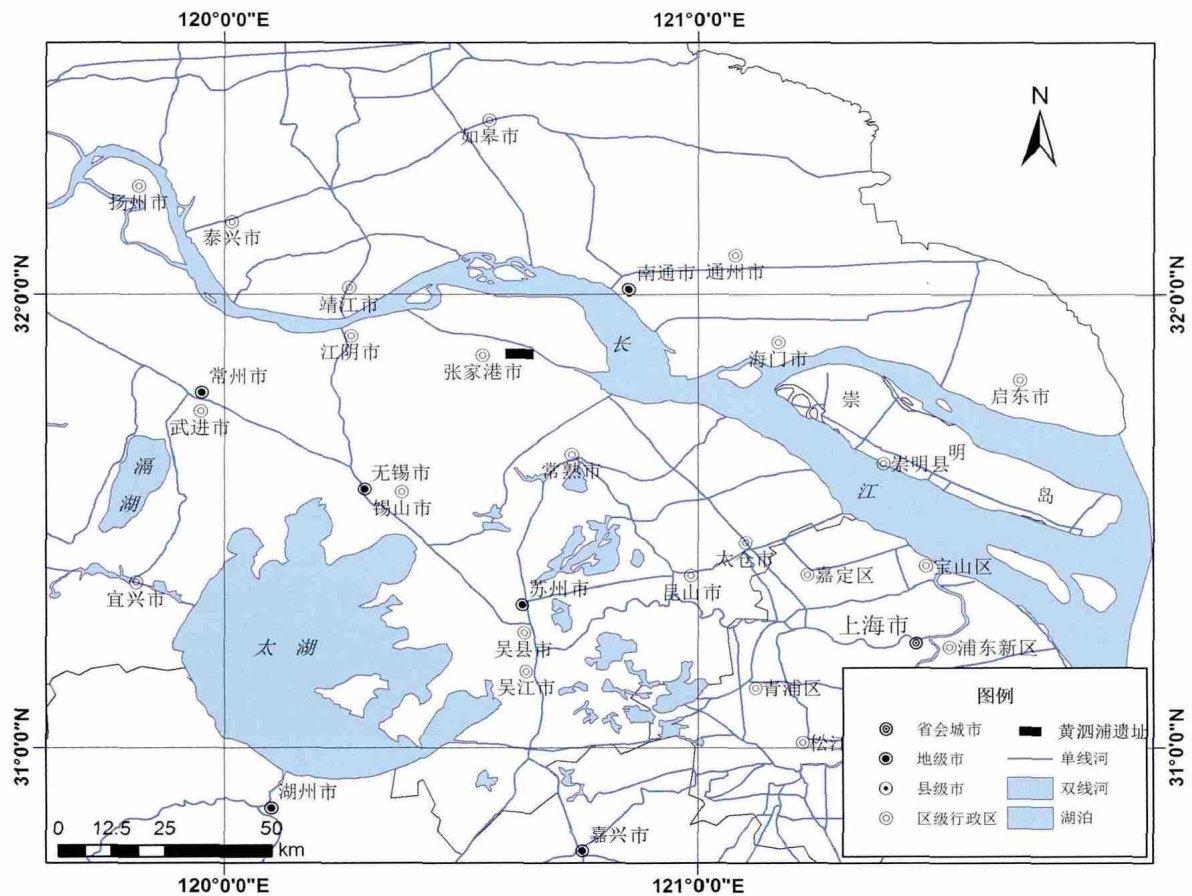


插图 1 张家港黄泗浦遗址位置
Location map of Huangsi Pu site, Zhangjiagang

3 材料与方法

3.1 地层剖面特征


2010 年 1 月,在张家港市博物馆等相关考古工作人员的指导下,笔者所在团队对黄泗浦遗址 T5810 和 TG1 进行了现场勘查及采样。本文以探方 T5810 东壁为研究对象,通过野外观察结合考古

发掘资料,对各层位特征描述如表 I:

3.2 样品采集与分析鉴定

在该遗址 T5810 探方东壁地层采集样品,分别进行微体古生物、孢粉、地球化学元素和磁化率的鉴定和测试(插图 2)。其中,对第 10—14 唐代河道地层中的 14 个样品做微体古生物鉴定分析,样品前处理后用 250 孔、0.061 mm 的铜筛筛选,分为小于和

表 I 黄泗浦遗址 T5810 探方东壁剖面地层描述
Strata descriptions of the east profile on unit T5810 at Huangsipu site

层位 编号	深度 (cm)	据出土器物确 定的考古学地层	地层特征
A	0—15	现代耕土层	土质疏松,呈灰褐色,含大量植物根茎,少量碎瓦片,零星陶片等。
B	15—30	明清文化层	土质稍松,呈浅灰褐色,含少量植物根系、零星陶瓷片、瓦片、砖块。
C	30—55	宋代文化层	土质稍硬,呈黄褐色,含砖瓦、石块、瓷片、兽骨。
D	55—80	宋代文化层	土质较松,呈浅灰色,含黄褐色土粒和红烧土粒,含石块、砖瓦、陶瓷片。
E	80—100	宋代文化层	土质稍硬,呈灰黄色,含红烧土粒、陶瓷片、砖瓦片,在该层底部距地表 94 cm 处出土一枚北宋咸平元宝。 
1	100—108	唐代文化地层	土质稍硬,呈灰褐色,含烧土粒及少量黄土。
2	108—125	唐代文化地层	土质稍硬,呈灰褐色,含少量炭屑、红烧土和灰陶。
7	125—144	唐代文化地层	土质疏松,呈浅黄褐色。
8	144—182	唐代文化地层	土质疏松,呈褐色,含炭屑、植物根系和少量红烧土颗粒。
9	182—200	唐代文化地层	土质疏松,呈黄褐色,该层有微小水平沉积层理,含云母颗粒和大量炭屑。
10	200—224	唐代文化地层	土质疏松,呈浅黄棕色,有水平层理,含炭屑。
11	224—270	唐代文化地层	土质疏松,呈棕色,有层理,含炭屑和云母颗粒。
12	270—283	唐代文化地层	土质疏松,呈棕色,含炭屑和植物碎屑,云母颗粒。
13	283—295	唐代文化地层	土质疏松,呈棕灰色,有层理,含炭屑、锈斑和云母颗粒。
14	295—310	唐代文化地层	土质疏松,呈灰黄棕色,有水平层理,含植物根系、炭化木、黄色锈斑、云母颗粒和大量白色贝壳。14 层以下为生土层,呈灰绿色,含锈斑点。

大于 0.15 mm 的细组分和粗组分两部分,然后用江南 JSZ6 双目体视显微镜进行鉴定。对整个剖面采集 18 个孢粉样品,前处理和鉴定工作在南京大学孢粉实验室完成。花粉提取采用常规氢氟酸处理,每块样品取样重量为 20 g,处理前每块样品添加石松孢子示踪剂一片(约 27 637 粒/片),以计算孢粉浓度。统计在 400 倍的蔡司生物光学显微镜下进行。孢粉百分比图谱由 TILIA 软件完成,进行 CONISS 聚类分析(Grimm,1987)。整个剖面采集 30 个样品,在室温下自然风干,将每个样品分成三份,分别进行 Rb、Sr、Ti 含量及磁化率测试分析。Rb、Sr 样品,经人工研磨至 200 目后压制成圆片,用南京大学现代分析中心 ARL-9800 型 X 射线荧光光谱仪(XRF)进行测试,经国家地球化学标准样(GSS1 和 GSD9)分析,误差 $\pm 1\%(10^{-6})$ 。Ti 含量采用电感耦合等离子发射光谱法(ICP-AES)测定,样品用 HF-HNO₃-HClO₃ 处理(Zhang and Wang,2001),用美国 Jarrell-Ash 公司产 J-A1100 型电感耦合等离子发射光谱仪测试;技术指标为 RSD $\leq 2\%$;限度为 10 mg/L。磁化率在南京大学区域环境演变研究所采用 KLY-3 型卡帕桥磁化率仪测试完成。

4 结果与分析

4.1 地层年代

根据黄泗浦遗址 T5810 探方出土器物,结合该探方剖面及其同区地层划分相同的探沟 TG1 的 AMS¹⁴C 测年数据与年代校正,可以确定该剖面的文化层时代。黄泗浦遗址 T5810 探方 E 层出土主要器物有大量青瓷碎片、硬陶碎片、硬陶带系罐残片,偶见白瓷玉璧底,未见青花,在该层底部距地表 94 cm 处出土北宋咸平元宝一枚,推测为宋代文化层。测年数据由中国科学院广州地球化学研究所 AMS¹⁴C 制样实验室和北京大学核物理与核技术国家重点实验室联合完成(表 II)。TG1 第 3 层的 1 σ 树轮校正结果为 1110 ± 36 a B. P.,属于唐代晚期, TG1 第 5 和 6 层的 1 σ 树轮校正结果为 1259 ± 21 a B. P.,1242 ± 21 a B. P.,属于唐代中期,T5810 第 11 层底部炭屑样品的测年 1 σ 树轮校正结果为 1329 ± 23 a B. P.,属于唐代早期,这与考古界出土器物排比法推测结果相吻合(表 III)。

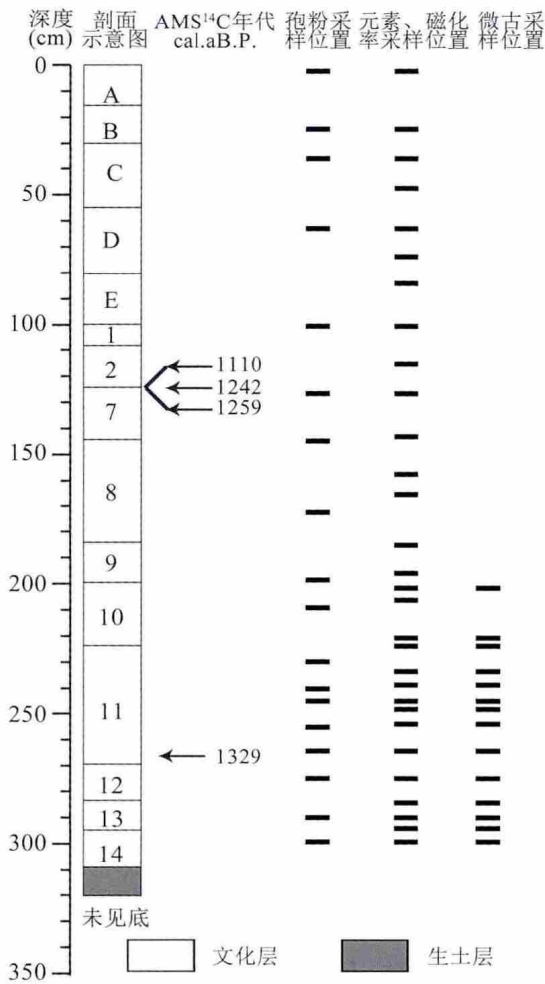


插图 2 黄泗浦遗址 T5810 东壁剖面样品采集图
Sampling of the east profile on unit T5810 at Huangsi Pu site

4.2 孢粉分析

本遗址剖面共鉴定 42 个科/属,木本植物主要有松属(*Pinus*)、铁杉(*Tsuga*)、银杏(*Ginkgo*)、常绿栎(*Quercus* E)、栲属(*Castanopsis*)、落叶栎(*Quercus* D)、栗属(*Castanea*)、槭属(*Acer*)、桤木(*Alnus*)、桦木属(*Betula*)、枫杨属(*Pterocarya*)、枫香属(*Liquidambar*)、胡桃属(*Juglans*)、山核桃(*Carya*)、榛属(*Corylus*)、朴属(*Celtis*)、榆属(*Ulmus*)、大戟科(*Euphorbiaceae*)、椴属(*Tilia*)、木犀科(*Oleaceae*)、木兰科(*Magnoliaceae*)、豆科(*Leguminosae*)等;草本植物有蕨草属(*Humulus*)、唇形科(*Lamiaceae*)、藜科(*Chenopodiaceae*)、菊科(*Compositae*)、蒿属(*Artemisia*)、禾本科(*Gramineae*)、毛茛科(*Ranunculaceae*)、莎草科(*Cyperaceae*)、蓼属(*Polygonum*)、十字花科(*Cruciferae*)、百合科(*Liliaceae*)、旋花科(*Convolvulaceae*)、茄科(*Solanaceae*)、茜草科(*Rubiaceae*)、伞形科(*Umbelliferae*)、龙胆科(*Gentianaceae*)、葫芦科(*Cucurbitaceae*)等;蕨类植物有水龙骨科(*Polypodiaceae*)、紫萁属(*Osmunda*)、里白属(*Gleicheniaceae*)等单缝和三缝孢子;还有环纹藻属(*Concentricystes*)等淡水藻类。整个剖面孢粉的种类和数量变化较大,平均浓度为 795.3 粒/克。根据剖面的孢粉组合特征和孢粉百分比的 CONISS 分析结果,将孢粉图谱划分为 3 个孢粉带(插图 3)。按由老到新顺序的孢粉组合变化特征简述如下:

表 II 黄泗浦遗址探方 T5810 及探沟 TG1AMS¹⁴C 测年数据与年代校正

AMS¹⁴C dating and its calibrated ages of layers in the excavation unit T5810 and TG1 of Huangsi Pu site

采样位置	深度/cm	测试编号	样品性质	¹⁴ C 年代/a BP	1σ 树轮校正年代/AD	2σ 树轮校正年代/AD	1σ 中值年代/cal. a BP	2σ 中值年代/cal. a BP
TG1-3	78	GZ3916	炭屑	1197±29	803(84.68%)875	768(93.90%)895	1110±36	1117±64
TG1-5	198	GZ3914	炭屑	1279±30	681(57.25%)722	662(68.01%)779	1242±21	1228±59
TG1-6	213	GZ3913	炭屑	1299±28	669(68.01%)710	662(65.69%)730	1259±21	1253±34
T5810-11	270	GZ3911	炭屑	1449±27	597(100%)642	566(100%)650	1329±23	1341±42

表 III 黄泗浦遗址 T5810 探方东壁剖面器物排比法断代

Dating determined by unearthed artifacts paradigmatic method of the east profile on unit T5810 at Huangsi Pu site

层位编号	深度(cm)	出土器物	器物断代
C—E	30—100	大量砖瓦、小石块、泥质器底陶片、粗瓷片、韩瓶片、酱、青、绿、黄、白瓷片,壶嘴片,圈足、平底碗底片等,瓷器器形以青瓷碗为主,少量白瓷盏、黑瓷盏等且在第 E 层底部出土了一枚北宋咸平元宝	宋代
1—2,7—14	100—310	大量青瓷片、板瓦片、砖块、少量白瓷等,可辨器形有圈足碗、玉璧底钵、圈足盆、瓷碗、瓷罐、瓷盏等	唐代

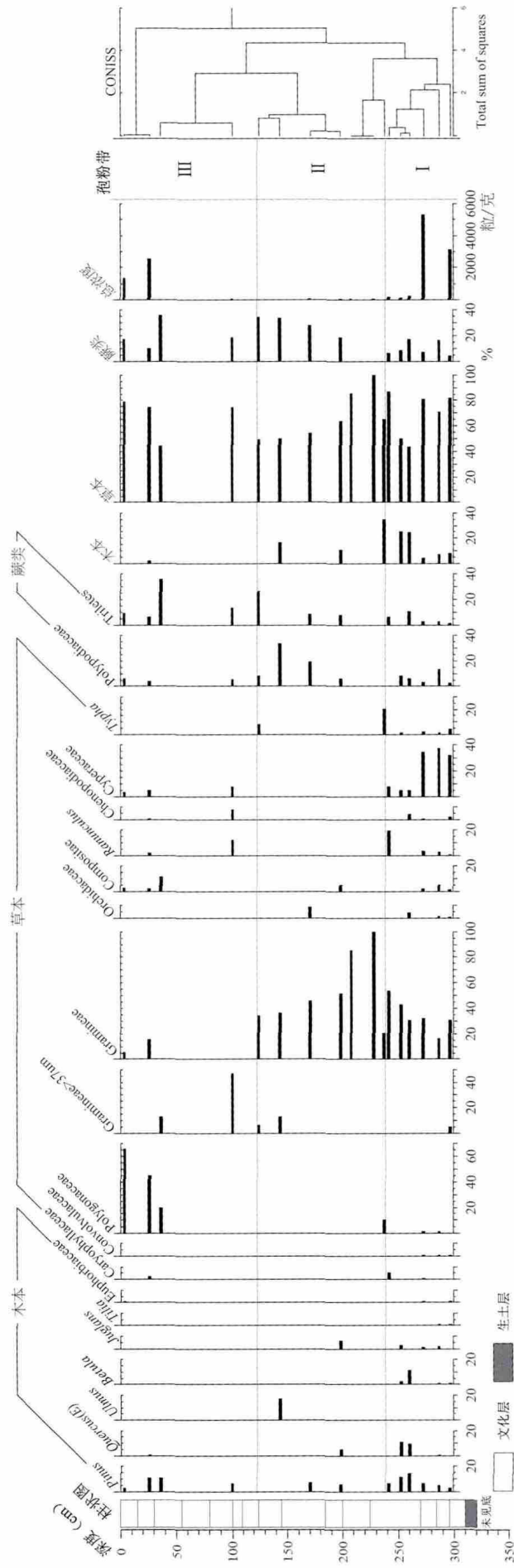


插图 3 黄泗浦遗址 T5810 探方东壁剖面孢粉百分比图谱
Pollen percentage diagram of the east profile on unit T5810 at Huangsi Pu site

带Ⅰ(唐代早期,300—240 cm):该带每个样品孢粉统计量大都在 250 粒以上,种类相对于其他层位较为丰富。孢粉浓度较高(0—15 740 粒/克,平均 1 781.6 粒/克),其中孢粉浓度高值集中分布在 276—300 cm 处。木本植物花粉百分含量平均为 20.3%,达到整个剖面的最大值,主要以松属为主(0%—6%,平均为 2%),其次为常绿栎(2.8%)、落叶栎(4.3%)、栲属(0.14%)、枫香(0%—1.7%,平均为 0.26%)、栗属(平均为 0.06%)、榆属(平均为 0.06%)、桦木属(0%—2.7%,平均为 2.2%)。草本花粉占绝对优势(43%—79%,平均为 66.9%),主要以禾本科为主(8%—33%,平均 24%),粒径大于 37μ 的禾本科占 0.5%,粒径小于 37μ 的禾本科占 33.4%。香蒲百分含量占 3.1%,莎草科百分含量占 13.6%,毛茛科百分含量占 4.7%,蓼属的含量占 1.9%。

带Ⅱ(唐代中晚期,240—125 cm):该带有些样品孢粉统计数量不到 100 粒(125 cm、172 cm 和 230 cm 处),其百分比含量不能很好的代表植被变化情况,孢粉浓度为 32.67 粒/克。其中木本植物的含量为 19%,且木本种类减少,主要以松属为主(平均为 2.2%),其次为常绿栎(2.8%)和榆属

(2.8%),水青冈属为 4.4%。草本植物含量为 71%,主要以禾本科为主,粒径大于 37μ 的禾本科占 2.2%,粒径小于 37μ 的禾本科占 65.4%,豆科含量为 1.25%。蕨类孢子为 13.4%,主要是单缝孢子。

带Ⅲ(宋代至今,125—2 cm):2 cm 和 25 cm 的样品孢粉统计量大于 250 粒,即表土和耕土层的孢粉,35 cm、61 cm 和 100 cm(97 粒)孢粉统计都不到 100 粒,孢粉浓度(25 cm 之下)为 30.8 粒/克,种类减少。木本植物花粉含量平均为 11.3%,主要以松属为主(0%—11%,平均为 4.6%),其次为铁杉(1.17%)、常绿栎(0.16%)、落叶栎(0.045%)、栲属(0.07%)。草本花粉占绝对优势(43%—79%,平均为 64.6%),主要以禾本科为主,粒径大于 37μ 的禾本科占 18.2%,粒径小于 37μ 的禾本科占 15.4%,其次是香蒲(1.17%)、莎草科(2.4%)、毛茛科(2%),蓼属的含量为 18.6%,藜科百分含量为 4.2%,蕨类孢子 25.9%。

4.3 Rb/Sr、Ti 及磁化率分析

插图 4 显示 T5810 地层中 Rb/Sr 与 Ti 曲线变化趋于一致,具有较好的相关性。Rb、Sr 和 Ti 元素

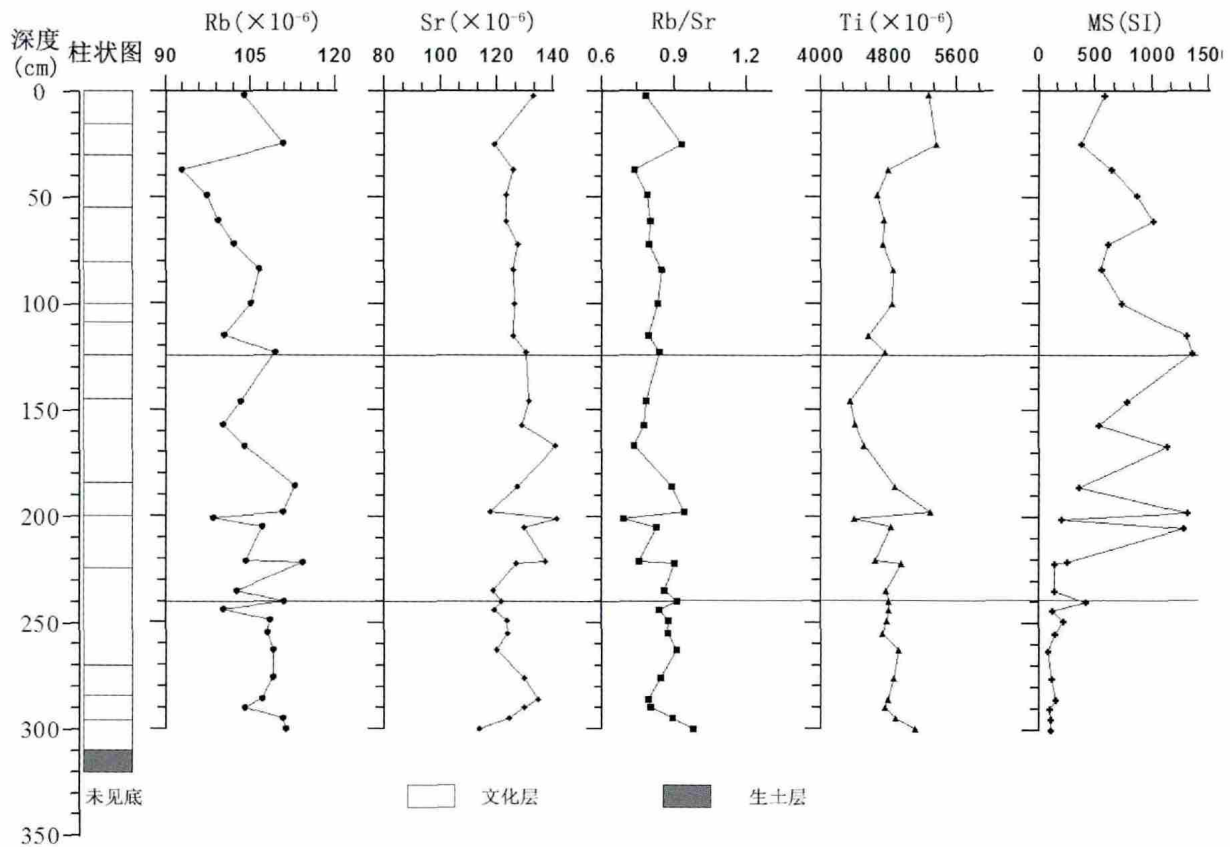


插图 4 黄泗浦遗址 T5810 剖面 Rb、Sr、Rb/Sr、Ti 及磁化率随深度变化图
Rb, Sr, Rb/Sr, Ti and MS changing with the depth of the profile T5810 at Huangsipu site

分布在文化层中变幅都不大,但在唐代地层中波动较频繁。T5810 剖面 Rb 取值范围 $(92.76 - 120.39) \times 10^{-6}$, 平均值为 107.30×10^{-6} , 标准偏差 6.51, 变异系数 6%; Sr 取值范围为 $(95.24 - 141.69) \times 10^{-6}$, 平均值为 122.27×10^{-6} , 标准偏差 11.67, 变异系数 10%; Rb/Sr 取值范围为 0.69—1.24, 平均值 0.69, 标准偏差 0.14, 变异系数 16%。Ti 取值范围为 $(4\,351.62 - 5\,895.02) \times 10^{-6}$, 平均值为 $4\,902.95 \times 10^{-6}$, 标准偏差 338.92, 变异系数 7%。

磁化率取值范围为 76.51—1 348.38 SI, 平均值为 448.84 SI, 标准偏差 421.80, 变异系数 94%。339—240 cm, 磁化率取值范围为 76.51—148.86 SI, 平均值为 103.92 SI, 标准偏差 25.25, 变异系数 24%, 磁化率曲线基本平稳(插图 4); 240—125 cm,

磁化率取值范围为 141.14—1 302.12 SI, 平均值为 601.13 SI, 标准偏差 445.97, 变异系数 74%, 磁化率曲线形态呈现高频大幅波动; 125—0 cm, 磁化率取值范围为 373.37—1 348.38 SI, 平均值为 798.69 SI, 标准偏差 327.52, 变异系数 41%, 磁化率曲线呈下降趋势。

4.4 微体古生物分析

对 T5810 探方剖面第 10—14 层唐代河道地层的 14 个样品进行了硅藻、有孔虫等微体生物化石鉴定分析(表 IV), 其结果如下:

样品中共发现硅藻三属三种, 主要为圆筛藻(*Coscinodiscus*)(插图 5a)、小环藻(*Cyclotella*)(插图 5b)和蜂窝三角藻(*Triceratium favus* Ehrenberg)(插图 5c)。圆筛藻为海相性硅藻, 从潮间带到

表 IV T5810 剖面微体化石分布和统计情况
Distribution and statistics of microfossils at T5810 profile

化石种类	深度(cm)	地层	统计数量
圆筛藻(<i>Coscinodiscus</i>)	283—295	13、14	5
小环藻(<i>Cyclotella</i>)	200—310	10—14	25
蜂窝三角藻(<i>Triceratium favus</i> Ehrenberg)	200—310	10—14	22
毕克卷转虫(<i>Ammonia beccarii</i>)	295	14	4
希望虫(<i>Elphidium</i> sp.)	295	14	2
浮游有孔虫	295	14	未统计
鱼类骨骼化石	224—310	11—14	11 层少量, 12—14 层大量
水蕨孢子	270—283	12	未统计

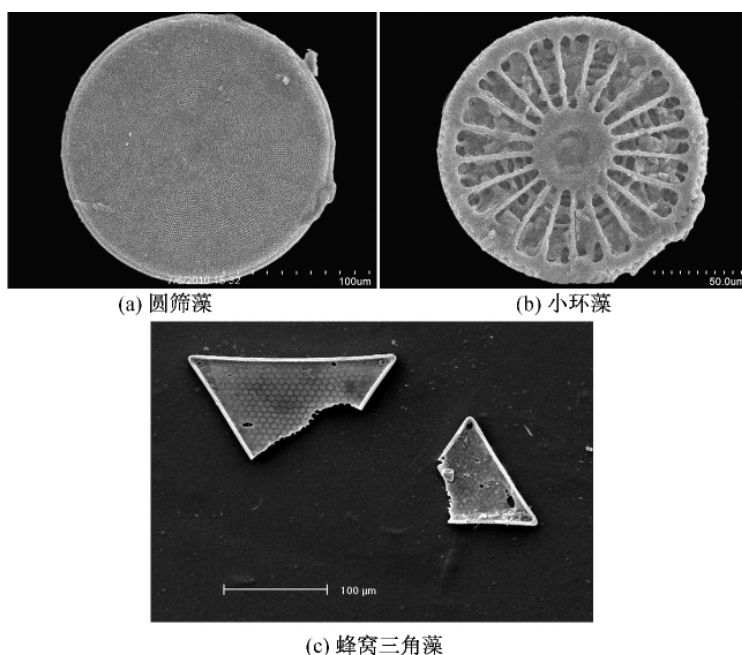


插图 5 地层样品中发现的硅藻化石
Diatom fossils found in strata samples

外海都有分布;小环藻从陆相淡水到河口半盐水及海相潮间带、潮下带都可分布;蜂窝三角硅藻从潮间带到外海都有分布。

在第 14 层地层中发现底栖有孔虫,其余地层均未发现。底栖有孔虫有两属三种,主要为毕克卷转虫(*Ammonia beccarii*) (插图 6a)和希望虫(*Elphidium* sp.) (插图 6b);浮游有孔虫因个体比较破碎(插图 6c),未进行统计。其中毕克卷转虫和希望虫

是广盐浅水底栖有孔虫,浮游有孔虫是开放性海相性生物。这符合海陆过渡相有孔虫群具有的明显特点:属种单调,有时仅一、两个种,且均属广盐性属种;壳体小、壳壁薄、壳饰弱;常与陆相生物共生(徐馨等,1992)。

在鉴定过程中,还发现有鱼类骨骼化石(插图 7a,b)、水蕨孢子(插图 7c)等反映陆相性沉积环境的生物化石。

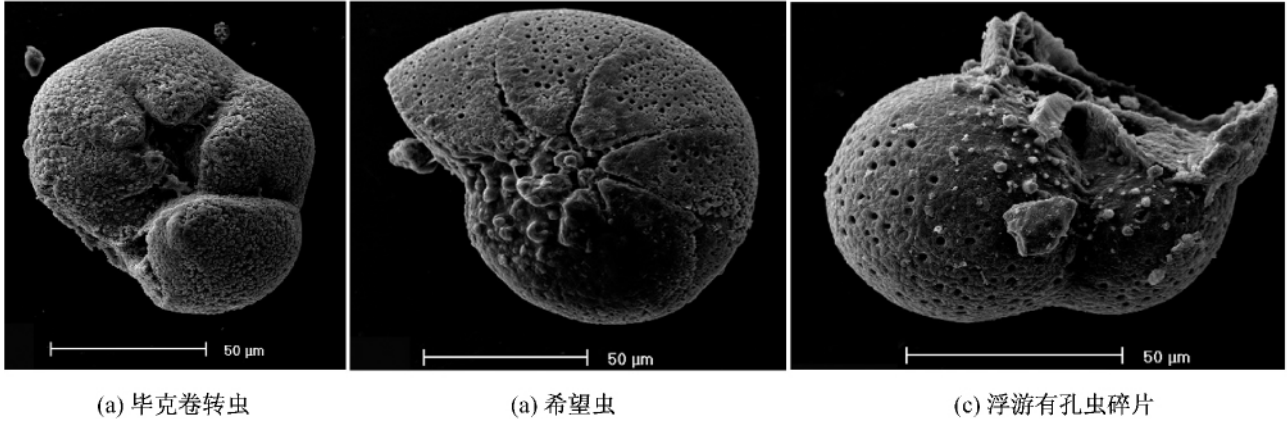


插图 6 地层样品中发现的有孔虫化石
Foraminifera fossils found in strata samples

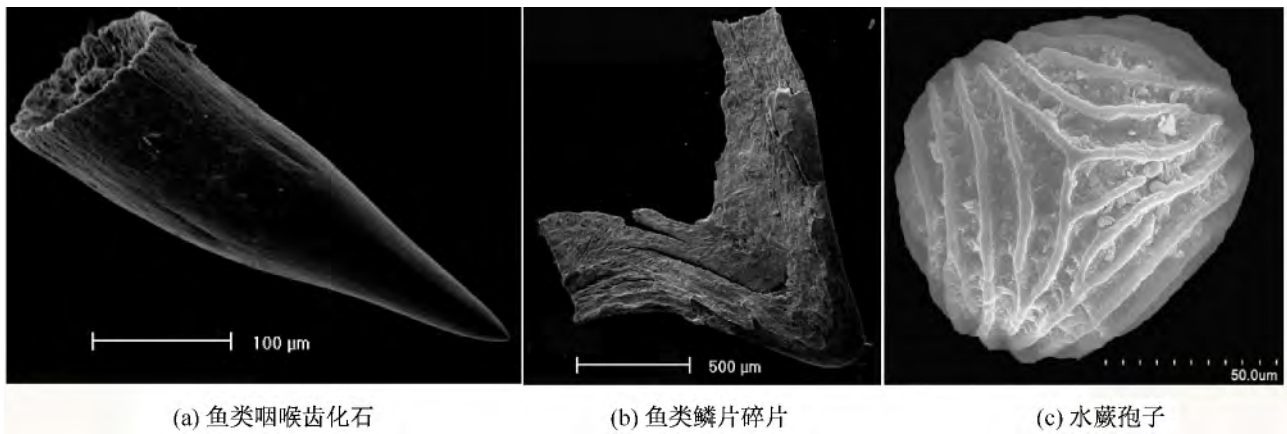


插图 7 地层样品中发现的其他微体化石
Other microfossils found in strata samples

5 讨 论

本文通过孢粉、Rb/Sr、Ti 和磁化率变化显示了遗址区自唐代以来的气候环境变化和人类活动情况,结合微体古生物分析对古黄泗浦港的衰败进行分析。

唐代早期(300—240 cm),孢粉结果显示遗址周围主要是常绿阔叶-落叶阔叶混交林,如常绿栎、枫

香、栗等,自然植被覆盖较好,气候温暖湿润,但该时期遗址的古植被和古气候出现了较小幅度的波动;湿生植物花粉的出现表明黄泗浦遗址在该时期的小环境是沼泽或水流不大的河流密布的水网湿地景观。沉积物中元素 Rb、Sr、Ti 的含量分布及 Rb/Sr 值变化为替代指标重建古气候已趋于成熟(陈骏等,1998;黄润等,2004;李中轩等,2010;李枫等,2012)。Rb/Sr 值与 Ti 含量变化的机制不同,但二者的变化又具有相关性,T5810 剖面 Rb/Sr 值与 Ti 含量变

化有较好的正相关性,可以指示该区域古环境的干湿变化。气候温暖湿润,使得地表径流与地表侵蚀加强,但沉积物源区植被发育好,使得较多的地表细颗粒物进入河流沉积,更多的Sr通过淋溶作用被带到河流中沉积下来,从而使河流沉积中的Rb/Sr值变小。Ti为稳定的化学元素,其含量的变化主要受沉积物中的有机质在氧化-还原环境下产生的有机酸对含Ti矿物的分解作用而导致Ti元素的迁移流失。河道地层沉积过程中,还原程度逐渐增强,有机酸含量增加使得Ti含量随之降低。T5810探方Rb的变异系数为5%,Sr的变异系数为11%,Rb/Sr的变异系数为16%,Ti的变异系数为7%,变幅较小,与花粉谱对应一致,反映了该时期相对温暖湿润的气候特征。磁化率均值为103.92 SI,变异系数为24%,该时期地层沉积物颜色以浅棕色为主,表明水体较深,属还原环境且还原程度较强,受此作用影响,磁性颗粒发生溶解,所以磁化率值较低,可能对应于河流低能或静水沉积环境。另外在层位(14—11)中含有炭屑,说明古河道G13已受人类活动的干扰,但影响很小。

唐代中晚期(240—125 cm),地层样品有些孢粉统计数量不到100粒,其百分比含量不能很好代表植被的变化情况,但遗址周围有松属、常绿栎、榆属、水青冈属,说明该时期气候环境为温湿。木本植物减少,草本花粉增加,蕨类孢子占一定比例,可能与人类砍伐树木有关(Zheng and Li, 2000; Li *et al.*, 2006)。推测是由于唐代安史之乱后大量人口南迁,垦荒造田所致(陈勇, 1996)。Rb的变异系数为5%,Sr的变异系数为6%,Rb/Sr的变异系数为10%,Ti的变异系数为6%,可知其变幅小,但波动频繁,反映该时期干湿变化频繁,对孢粉图谱反映的气候变化有一定的补充说明。这一时段磁化率均值为601.13 SI,变异系数高达74%。Sandgren等通过磁化率测量获取人类活动引起的沉积速率和流域土地利用类型变化信息,认为耕作和森林砍伐而导致侵蚀加剧,是磁化率值升高的因素之一(Sandgren and Fredskild, 1991)。现场发掘显示第2层及第7层至第10层都含炭屑,且在第2层发现大量炭屑、红烧土和灰陶,第8层含少量红烧土颗粒,这些地层中包含的陶片、红烧土颗粒等(含较多铁磁性矿物)可能是造成磁化率升高且不稳定的因素之一。此外,由于人类活动加剧,沉积物源区植被遭到破坏,使得较多的地表粗颗粒物进入河流沉积,河流水位变浅,沉积物颜色以深褐色为主,水体深度降低导致

其还原程度降低,这也是使得磁化率值升高的原因之一。该时期突显了人为因素对自然沉积环境的影响,同时说明古河道G13使用强度增大,受人类活动干扰强烈。对T5810探方剖面第10—14层唐代河道地层的14个样品进行微体生物化石鉴定,发现微古化石数量和种类较少。硅藻种类基本上属于沿岸性广布种,这在某种程度上体现了研究区为近岸海域的特性(蒋辉, 1987a, 1987b; 蒋辉等, 2002)。在第14层发现浮游有孔虫和底栖有孔虫,结合海相硅藻的发现,至少可以证实该研究区在唐代早期邻近海域,受海水上溯或风暴潮的影响。孢粉图谱I、II和Rb/Sr、Ti反映唐代气候整体温暖湿润,但气候波动频繁,与唐代全国性的气候状况研究相一致(竺可桢, 1973)。温暖湿润的气候有利于农业的发展,长江中下游唐代稻麦两熟制的推广,水田耕作工具的改进保障了粮食产量提高,使得更多的人可从农业中脱离出来,从事手工业和工商业,促进了贸易频繁。此外,从黄泗浦遗址东区发掘所揭示的唐宋时期房址、灰坑、水井等相关遗迹分析,东区的发掘点与港口生产生活设施有关。古河道G13使用强度的增大及遗址内出土许多名窑精美瓷器、陶器、铁器、铜器、骨角器等,说明该区域贸易往来频繁。《唐大和上东征传》记载黄泗浦遗址是鉴真和尚第六次东渡(公元753年)的成功起航地。综上可知“黄泗浦”至少在唐代中期已成为长江沿岸重要的出海港口,也证明了当时该区作为文化、贸易交流场所的重要地位。

唐末至今(125—0 cm),木本植物继续减少,草本花粉继续增加,遗址周围有松属、铁杉、常绿栎、落叶栎、栲属,说明气候环境转为温凉。草本植物花粉中直径大于 $37\mu\text{m}$ 的禾本科含量增多,达18.2%,可能与人类砍伐树木、种植水稻等农作物有关。一般情况下,禾本科的粒径和孔环厚度分别为 $>37\mu\text{m}$ 和 $>8\mu\text{m}$ 被认为是水稻花粉(Beug, 1961; Andersen, 1978)。Rb的变异系数为5%,Sr的变异系数为3%,Rb/Sr的变异系数为6%,Ti的变异系数为5%,Rb/Sr、Ti曲线基本平稳,只在25 cm处出现了波动,反映宋代以来气候相对稳定。第A—E层(耕作层、明清扰乱层和宋代文化层)受人为扰动影响很大,地层中含有砖瓦、瓷片、陶片及红烧土等大量人为干扰物,使得磁化率均值高达798.69 SI,变异系数为41%。宋代以后气候较为温凉,降水减少,河流水位下降,而且人类活动强度加大,河道逐渐淤积,造成古河道G13最终废弃,这一推论

也得到了考古学的佐证(高伟,2013);入海通道被阻隔,在一定程度上导致了古黄泗浦港的衰败。此外,据《舆地纪胜》记载:南宋时,段山已在江流中(王象之,1992)。南宋后期至元初海面下降,使河流纵比降增加,河流输沙能力加强,在江流和海潮的作用下,大量泥沙在此沉降淤积(王文、谢志仁,2001)。黄泗浦遗址位于长江凸岸上,长江北岸不断被冲刷坍塌,凸岸不断发生淤积,张家港北部地区的古江岸外边滩发育成陆,江中沙洲涨连并岸,迫使海岸线不断向东移动逐渐使之成陆。海岸线的变迁以及地理优势的丧失应是导致黄泗浦港口衰败的主要原因。

6 结 论

黄泗浦遗址 T5810 探方地层孢粉、Rb/Sr、Ti 和磁化率综合记录表明,唐代早期,植被覆盖好,气候较为温暖湿润,遗址区内受到人类活动干扰较小;唐代中后期,气候温暖湿润,但波动频繁,受人类活动干扰加剧;至宋代,气候转为温凉,降水减少,河流水位下降,河道淤积,遗址区仍受人类活动较强的干扰。受自然条件和人类活动的共同作用使得古河道 G13 逐渐淤塞,以致填平,入海通道被阻隔,是导致黄泗浦港口衰败的原因之一。

黄泗浦遗址 T5810 探方地层浮游和底栖有孔虫的存在,结合海相硅藻的发现,证实黄泗浦遗址在唐代早期邻近海域,受海水上溯或风暴潮的影响,此时与海相通的河道通畅(如古河道 G13)。但随着气候的变迁以及人类活动造成的森林破坏、水土流失,使得河流含沙量增加,张家港北部地区的古江岸外边滩发育成陆,江中沙洲涨连并岸,迫使海岸线不断东移,古黄泗浦逐渐丧失了地理优势,导致了古黄泗浦港的衰败。

致谢 野外工作得到江苏张家港市博物馆同志及考古队工作人员的现场指导,史威博士参加野外考察与采样,孢粉分析是由马春梅副教授在南京大学孢粉实验室完成,特此致谢。

参 考 文 献 (References)

Andersen S T, 1979. Identification of wild grass and cereal pollen. *Danmarks Geologiske Undersogelse Arbok*, 1978; 69—92.
Beug H J, 1961. Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Stuttgart: Fischer, 1: 81—92.
Chen Jun(陈 骏), An Zhi-sheng(安芷生), Wang Yong-jin(汪永

进), Ji Jun-feng(季峻峰), Chen Yang(陈 旻), Lu Hua-yu(鹿化煜), 1998. Distribution of Rb and Sr in the Luochuan loess-paleosol sequence of China during the last 800 ka; implications for palaeomonsoon variations. *Science in China(Series D)(中国科学, D 辑)*, 28(6): 498—504 (in Chinese with English abstract).
Chen Yong(陈 勇), 1996. Migration and economic development of Yangtze River in the late period of Tang Dynasty. *Journal of East China Normal University(Philosophy and Social Sciences)(华东师范大学学报, 哲学社会科学版)*, (5): 84—90 (in Chinese with English abstract).
Dunning N, Rue D J, Beach T, 1998. Human-environment interactions in a tropical watershed: the paleoecology of Laguna Tamarindito, El Peten, Guatemala. *Journal of Field Archaeology*, 25(2): 139—151.
Gao Wei(高 伟), 2013. Jianzhen's sixth east journey and the Huangsi Pu relics. *China Cultural Heritage(中国文化遗产)*, 1: 70—81 (in Chinese).
Grimm E C, 1987. CONISS: a FORTRAN 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers & Geosciences*, 13(1): 13—35.
Gu Yun(顾 贇), 2010. The excavation of the Huangsi Pu site in Zhangjiagang, Jiangsu. *Southeast Culture(东南文化)*, (1): 48 (in Chinese).
Huang Chun-chang(黄 春 长), 2001. The deterioration of land resources and the change in Human-Earth relationships in the Weihe River Basin at 3100a B. P. *Scientia Geographica Sinica(地理科学)*, 21(1): 30—35 (in Chinese with English abstract).
Huang Fei(黄 翡), Wang Wei-ming(王伟铭), Li Min-chang(李民昌), 1998. A study on phytoliths at Caotieshan site of Suzhou, Jiangsu since Neolithic Age. *Acta Micropalaeontologica Sinica(微体古生物学报)*, 15(1): 78—84 (in Chinese with English abstract).
Huang Run(黄 润), Zhu Cheng(朱 诚), Zheng Chao-gui(郑朝贵), Ma Chun-mei(马春梅), 2004. The characteristics of distribution of Rb and Sr and paleoclimatic changes in the stratigraphy at the site of Zhongba of the Three Gorges. *Quaternary Sciences(第四纪研究)*, 24(5): 531—536 (in Chinese with English abstract).
Jiang Hui(蒋 辉), 1987a. Environment analysis of the common fossil diatoms from the sediments of the China Sea. *Acta Botanica Sinica(植物学报)*, 29(4): 440—448 (in Chinese with English abstract).
Jiang Hui(蒋 辉), 1987b. Diatoms of the surface sediments in the neritic seas of China. *Acta Oceanologica Sinica(海洋学报)*, 9(6): 735—743 (in Chinese with English abstract).
Jiang Hui(蒋 辉), Lü Hou-yuan(吕厚远), Zhi Chong-yuan(支崇远), Yang Xiang-dong(羊向东), 2002. Diatom analysis in quantitative reconstruction of Quaternary paleogeography and paleoclimate. *Quaternary Sciences(第四纪研究)*, 22(2): 113—122 (in Chinese with English abstract).
Joly C, Barille L, Barreau M, 2007. Grain and annulus diameter as

- criteria for distinguishing pollen grains of cereals from wild grasses. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **146**: 221—233.
- Li Feng(李 枫), Wu Li(吴 立), Zhu Cheng(朱 诚), Sun Wei(孙 伟), Wang Xiao-cui(王晓翠), 2012. A high-resolution study of moisture evolution in the Jiangnan Plain since 12.76cal. ka B. P. *Scientia Geographica Sinica(地理科学)*, **32**(7): 878—884 (in Chinese with English abstract).
- Li Z, Saito Y, Matsumoto E, 2006. Climate change and human impact on the Song Hong (Red River) Delta, Vietnam, during the Holocene. *Quaternary International*, **144**(1): 4—28.
- Li Zhong-xuan(李中轩), Zhu Cheng(朱 诚), Yan Hui(闫 慧), Wu Guo-xi(吴国玺), 2010. Ti contents in still-water deposits and its response to dry-wet environmental changes: A case study at Zhongba, Chongqing. *Marine Geology and Quaternary Geology(海洋地质与第四纪地质)*, **30**(5): 137—143 (in Chinese with English abstract).
- Sandgren P, Fredskild B, 1991. Magnetic measurements recording Late Holocene man-induced erosion in S. Greenland. *Boreas*, **20**: 215—228.
- Shu Jun-wu(舒军武), 2007. Holocene vegetation and environment changes in the NW Taihu Plain, Jiangsu Province, East China. *Acta Micropalaeontologica Sinica(微体古生物学报)*, **24**(2): 210—221 (in Chinese with English abstract).
- Wang Kai-fa(王开发), Zhang Yu-lan(张玉兰), Jiang Hui(蒋 辉), Han Xin-bin(韩信斌), 1984. Palynological assemblages from the Holocene sediments of the Yangtze River Delta and their geological significance. *Marine Geology and Quaternary Geology(海洋地质与第四纪地质)*, **4**(3): 69—88 (in Chinese with English abstract).
- Wang Wei-ming(王伟铭), Shu Jun-wu(舒军武), Chen Wei(陈 炜), Ding Jin-long(丁金龙), 2010. Holocene environmental changes and human impact in the Yangtze River Delta area, East China. *Quaternary Sciences(第四纪研究)*, **30**(2): 233—244 (in Chinese with English abstract).
- Wang Wen(王 文), Xie Zhi-ren(谢志仁), 2001. Preliminary approach to sea-level change in China basing on Chinese historical documents. *Advance in Earth Sciences(地球科学进展)*, **16**(2): 272—278 (in Chinese with English abstract).
- Wang Xiang-zhi(王象之), 1992. *The Record of Scenic Spots Across the Country*. Beijing: Zhonghua Book Company. 1—362 (in Chinese with English abstract).
- Xu Xin(徐 馨), He Cai-hua(何才华), Shen Zhi-da(沈志达), 1992. *Research Methods of the Quaternary Environment*. Guiyang: Guizhou Science and Technology Publishing House. 1—376 (in Chinese with English abstract).
- Yasuda Y, Fujiki T, Nasu H, 2004. Environmental archaeology at the Chengtoushan site, Hunan Province, China, and implications for environmental change and the rise and fall of the Yangtze River civilization. *Quaternary International*, **123**: 149—158.
- Yu Shi-yong(于世永), Zhu Cheng(朱 诚), Wang Fu-bao(王富葆), Li Hong(李 弘), 2000. Abrupt shifts in Holocene climate and sea-level on Taihu Basin and cultural implication. *Scientia Geographica Sinica(地理科学)*, **20**(4): 331—336 (in Chinese with English abstract).
- Zhang C S, Wang L J, 2001. Multi-element geochemistry of sediment from the Pearl River system, China. *Applied Geochemistry*, **16**: 1251—1259.
- Zhen Ren-yunkai(真人元开), Yan Gong(言 恭), Xiang Rong(向荣), 2000. *The Monk Jianzhen Crosses the Ocean to Japan Biography*. Beijing: Zhonghua Book Company. 1—119 (in Chinese).
- Zheng Z, Li Q, 2000. Vegetation, climate, and sea level in the past 55000 years, Hanjiang Delta, southeastern China. *Quaternary Research*, **53**(3): 330—340.
- Zhu Ke-zhen(竺可桢), 1973. Preliminary research on the climatic change in the past 5000 years in China. *Science in China(中国科学)*, **2**: 168—189 (in Chinese with English abstract).

ENVIRONMENTAL ARCHAEOLOGY OF HUANGSIPU SITE IN ZHANGJIAGANG, JIANGSU SINCE TANG DYNASTY

WANG Kun-hua¹⁾, ZHU Cheng¹⁾, LI Bing²⁾, LI Lan³⁾, WU Li⁴⁾, LI Kai-feng⁵⁾,
CHEN Gang⁶⁾ and GAO Wei⁶⁾

1) School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093;

2) School of Resources and Environment, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050024;

3) School of History and Culture, Sichuan University, Chengdu 610065;

4) School of Territorial Resources and Tourism, Anhui Normal University, Wuhu 241000;

5) School of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475004;

6) Institute of Archaeology, Nanjing Museum, Nanjing 210016

Key words Pollen, magnetic susceptibility, environmental archaeology, Huangsipu site

Abstract

Microfossils, pollen, Rb/Sr, Ti, magnetic susceptibility are utilized to understand environmental changes and human activities in the Zhangjiagang area since Tang Dynasty. During the early period of Tang Dynasty, there were marine diatoms, foraminifera, fish bones, water fern spores, etc., combined with the characteristics of lithology, indicating that was a low-energy or hydrostatic fluvial depositional environment which was connected with the sea. Pollen, Rb/Sr, Ti analysis combined with the relevant historical documents indicated that climate was warm and wet in

the Tang Dynasty, but up to the Song Dynasty, the climate changed to warm and cool. Pollen and magnetic susceptibility proxies suggest the site and the surrounding area suffered from human activity with more and more intensity. Climate change and human activities lead to the blockage of the ancient river G13 in the study area, i. e. the channel that connected to the sea was blocked. In addition, according to historical records, the north part of Zhangjiagang area quickly became land after the Southern Song Dynasty, which lead to the south coastline of Yangtze River eastward-moving, so Huangsipu port gradually lost its geographical advantage, which resulted in the decline of the ancient Huangsipu port.