

DOI:10.13232/j.cnki.jnju.2022.02.008

距今 1600 年来南通如东国清寺遗址地层 微体古生物记录的海岸带变化特征

朱 诚¹, 田晓四^{2*}, 姚志强², 郭天虹¹, 贺云翱³

(1. 南京大学地理与海洋科学学院, 南京, 210023; 2. 池州学院地理与规划学院, 池州, 247000;
3. 南京大学历史学院, 南京, 210023)

摘 要:对如东国清寺遗址地层微体古生物的鉴定发现,该剖面的底栖有孔虫大致可以划分出半咸水、广盐滨岸和盐度要求较高(多盐-真盐)的近岸浅海属种等三类,再加上浮游有孔虫共计可分为四大类。其中半咸水类在我国东、黄海沿岸主要见于盐度低于 20‰ 的潮上带、潮间带和河口等少盐至中盐的半咸水环境。广盐类是我国东海和黄海沿岸广布的底栖有孔虫,广见于潮上带、潮间带、潮下带、潟湖和河口的少盐(1‰~5‰)至真盐(30‰~35‰)内陆架海水中。近岸浅海类在现代主要分布于水深小于 100 m 的内-中陆架和河口地区的前三角洲正常盐度的海水中。自 110 cm 以后,直至 5 cm,发现较多的陆相介形虫:*Ilyocypris bradyi*, *Candoniella albicans*, *Candona* sp.。这是首次在全新世海侵的末期发现如此多的陆相介形虫。这一发现表明当时本区有淡水流入,也表明海湾相从此进入消亡期,由海湾相逐渐变成淡水湖泊相,海水慢慢地退出本区。分析了遗址剖面有孔虫和介形虫剖面数量变化特征,重建了当地海岸线在全新世海侵末期后的变化规律,对深入认识我国东部海岸线在历史时期的变化过程和与人类活动的关系具有一定的参考价值。

关键词:如东国清寺,遗址地层,微体古生物记录,海岸带变化特征

中图分类号:K903

文献标志码:A

Characteristics of the coastal zone changes recorded by micropaleontology in the Rudong Guoqing Temple site, Nantong during the past 1600 years

Zhu Cheng¹, Tian Xiaosi^{2*}, Yao Zhiqiang², Guo Tianhong¹, He Yun'ao³

(1. School of Geography and Marine Sciences, Nanjing University, Nanjing, 210023, China;
2. School of Geography and Urban Rural Planning, Chizhou University, Chizhou, 247000, China;
3. School of History, Nanjing University, Nanjing, 210023, China)

Abstract: It was found that the Benthic Foraminifera in the section can be divided into three types, I. E. Brackish Water, broad-salt riparian and coastal shallow sea with higher salinity (polyhaline-euhaline), together with planktonic Foraminifera, there are four main groups. The brackish water is mainly found in the subtidal zone, intertidal zone and estuaries where salinity is less than 20‰. Guangyan is a kind of Benthic foraminifera widely distributed along the coast of the East China Sea and the Yellow Sea. It is widely found in the inner shelf water from little salt (1‰~5‰) to true salt (30‰~35‰) in the waters of the continental shelf, intertidal zone, subtidal zone, lagoons and estuaries. In modern times, the nearshore and shallow sea species are mainly distributed in the inner-middle shelf with water depth less than 100 m and in the normal salinity of the Pre-delta in the estuarine area. From 110 cm to 5 cm, more terrestrial ostracods were found: *Ilyocypris Bradyi*, *Candoniella Albicans*, and *Candona* sp.. This was the first time that so many terrestrial ostracods were found at the end of

基金项目:国家自然科学基金(41571179)

收稿日期:2021-12-21

* 通讯联系人, E-mail: 846704366@qq.com

the Holocene transgression. This finding indicates that fresh water was flowing into the area at that time, and that the bay facies entered the extinction period from the bay facies gradually into the freshwater lake facies, and the sea water slowly withdrew from the area. Number variation characteristics of foraminifera and ostracodes in the profile of the site are analyzed, and the change law of local coastline after the end of Holocene transgression is reconstructed, It has a certain reference value for further understanding the relationship between the changing process of the eastern coastline of China and human activities the change process of China's eastern coastline in the historical period.

Key words: Guoqingsi, Rudong, site stratigraphy, micropaleontological record, coastal zone change characteristics

国内外专家对长江三角洲新石器时代海面变化曾做过各类环境考古研究^[1-9],但对江苏南通如东黄海海岸带唐代以来的海面变化尚未作详细调研.南通如东掘港镇国清寺是公元838年以圆仁为首的日本第19次遣唐使团遭遇风暴,在如东掘港镇登陆后多数成员居住过15 d的地方.2018年9月2日,在贺云翱教授主持对该遗址发掘期间,我们对该遗址地层做了调研和采样分析(图1),

此处经纬度为(E121°11'23",N32°19'04"),高程10 m.图2是我们在如东国清寺遗址北工地采样的地层柱状图.从图2可见,其地层从地表往下到4.5 m深处可分为棕灰色淤泥质粉砂、棕黄色淤泥质粉砂(含大量铁锈)和灰黑色淤泥质粉砂共三层.在0,50,100,150,200,250,300,330,366,402,426和450 cm共采集12个光释光测年样品(图2).



图1 南通如东国清寺遗址位置图

Fig. 1 Location map of Guoqing Temple site in Rudong, Nantong

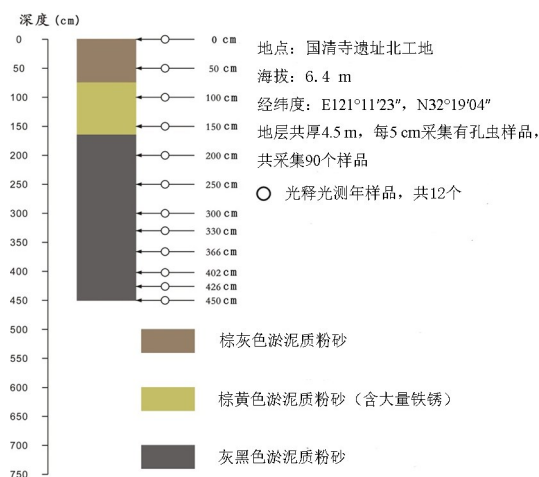


图2 南通如东国清寺遗址地层图

Fig. 2 Stratigraphic map of Guoqing Temple site in Rudong, Nantong

表1是该地层12个样品采样的清单和编号以及在南开大学地理与海洋科学学院光释光测年实验室鉴定的测年结果。从表1可见,此4.5 m厚的地层年代为1.66 ka BP以来的沉积,但该剖面

在4.02和1.00 m处有测年数据倒置的现象。从土层颜色质地及微体古生物异常来分析,认为这是由于该剖面位于海岸带而受海水潮涨潮落影响所致的倒置现象。

1 实验与鉴定

为了解该遗址区海面变化特征,共采集了45个有孔虫鉴定分析样品(见表2)。该样品先由中国地质科学院地质研究所林景星教授协助鉴定,样品在室内晾干后称取50 g干样放入烧杯,然后加入浓度为13%的双氧水泡72 h,待样品完全松散后,倒入200目(直径0.074 mm)的筛子中用清水冲洗干净,再将样品用水冲洗到烧杯中(在样品冲移到烧杯后,要将筛子彻底冲洗干净,并在琥珀红溶液里泡几秒钟,以防样品污染),然后过滤,待样品滤干并彻底干透后,再进行鉴定和每个属种的统计,并进行显著性差异分析($t=0.05$)。最后,依据属种的生态特征和地层分布进行综合研究,再整理出研究分析结果。

表1 如东国清寺遗址地层光释光样品测年数据

Table 1 Dating data of stratum samples from Guoqing Temple site in Rudong

实验室 编号	样品编号	深度 (cm)	含水量 (%)	U (1×10^{-6})	Th (1×10^{-6})	K(%)	等效剂量 (Gy)	实际 样品数	石英剂量率 ($\text{Gy} \cdot \text{ka}^{-1}$)	石英年代 (ka)
NJU2964	RD18-2,7-1,7-2	0	19.7	1.99 ± 0.10	11.99 ± 0.60	1.69 ± 0.03	0.95 ± 0.03	12	2.70 ± 0.18	0.33 ± 0.02
NJU2963	RD18-2,5-1,5-2	100	29.2	2.03 ± 0.10	12.10 ± 0.61	1.51 ± 0.03	3.58 ± 0.09	12	2.36 ± 0.14	1.49 ± 0.10
NJU2961	RD18-2,3-1,3-2	200	24.4	1.99 ± 0.10	12.16 ± 0.61	1.68 ± 0.03	3.47 ± 0.08	7	2.60 ± 0.16	1.34 ± 0.09
NJU2959	RD18-2,2-1,2-2	250	20.8	2.14 ± 0.11	11.70 ± 0.58	1.72 ± 0.03	3.69 ± 0.15	8	2.74 ± 0.17	1.37 ± 0.11
NJU2962	RD18-1,24-0cm, 5-1,5-2	330	34.3	1.83 ± 0.09	10.39 ± 0.52	1.61 ± 0.03	3.28 ± 0.09	10	2.22 ± 0.13	1.49 ± 0.10
NJU2960	RD18-1,72-48cm, 3-1,3-2	402	33.8	2.18 ± 0.10	12.06 ± 0.60	1.42 ± 0.03	3.63 ± 0.07	7	2.23 ± 0.13	1.66 ± 0.11
NJU2958	RD18-1,120-90cm, 1-1,1-2	450	35.1	2.16 ± 0.11	13.32 ± 0.67	1.93 ± 0.04	4.03 ± 0.14	8	2.77 ± 0.15	1.53 ± 0.11

2 结果与分析

根据有孔虫和介形虫的组合特征,以及测年深度模拟曲线,把剖面从表层到底层依次划分为第一层0~85 cm(0~0.9 kaBP)、第二层85~215 cm(0.90~1.38 kaBP)、第三层215~355 cm(1.38~1.51 kaBP)和第四层355~445 cm

(1.51~1.66 kaBP)。有孔虫和介形虫微体古化石鉴定结果见附件,常见和数量丰富的有孔虫和介形虫数量变化特征如图3。统计发现的其他化石还有:圆筛藻样品1个、完整小海螺样品7个、腹足类口盖样品4个、海胆刺样品28个、海绵骨针样品23个、鱼脊椎骨样品3个、虫管样品1个、植物种子样品1个。选取丰度相对丰富且具有典型

表2 南通如东国清寺遗址地层有孔虫样品送样单

Table 2 Foraminiferal samples from Guoqing Temple site in Rudong, Nantong

编号	深度 (cm)	编号	深度 (cm)	编号	深度 (cm)
RD-01	450~445	RD-31	300~295	RD-61	150~145
RD-03	440~435	RD-33	290~285	RD-63	140~135
RD-05	430~425	RD-35	280~275	RD-65	130~125
RD-07	420~415	RD-37	260~265	RD-67	120~115
RD-09	410~405	RD-39	260~255	RD-69	110~105
RD-11	400~395	RD-41	250~245	RD-71	100~95
RD-13	390~385	RD-43	240~235	RD-73	90~85
RD-15	380~375	RD-45	230~225	RD-75	80~75
RD-17	370~365	RD-47	220~215	RD-77	70~65
RD-19	360~355	RD-49	210~205	RD-79	60~55
RD-21	350~345	RD-51	200~195	RD-81	50~45
RD-23	340~335	RD-53	190~185	RD-83	40~35
RD-25	330~325	RD-55	180~175	RD-85	30~25
RD-27	320~315	RD-57	170~165	RD-87	20~15
RD-29	310~305	RD-59	160~155	RD-89	10~5

代表性的有孔虫和介形虫讨论海面变化,其他稀少种属和其他化石作为环境变化参考。

2.1 浮游有孔虫组合 剖面浮游有孔虫主要属种有 *Globigerina bulloides*、*Globigerina* spp., *Neogallitilia vivans*。第一层未检出浮游有孔虫。第二层有孔虫主要属种有 *Globigerina* spp. (53.1%) 和 *Globigerina bulloides* (45.0%), 数量丰富, 单个样品两属种有孔虫枚数统计上没有显著差异; *Neogallitilia vivans* (1.9%) 数量较少。第三层有孔虫主要属种有 *Globigerina* spp. (31.8%) 和 *Globigerina bulloides* (68.2%), 单个样品两属种有孔虫枚数统计上不存显著差异。第四层浮游有孔虫只有 *Globigerina bulloides*。 *Globigerina bulloides* 是一个全球海洋均有分布的广布种和广温种, 温度是其分布的一个主要限制性因素, 但其丰度值随温度降低而升高。 *Globigerina bulloides* 在第二、第三和第四层的总量方面存在显著性差异, 说明这三个时间 *Globigerina bulloides* 生境有变化。

2.2 近岸浅海类底栖有孔虫组合 第一层近岸浅海类底栖有孔虫零星检出属种有 *Bolivina* sp., *Elphidium advenum* 和 *Epistominella naraensis*, 统

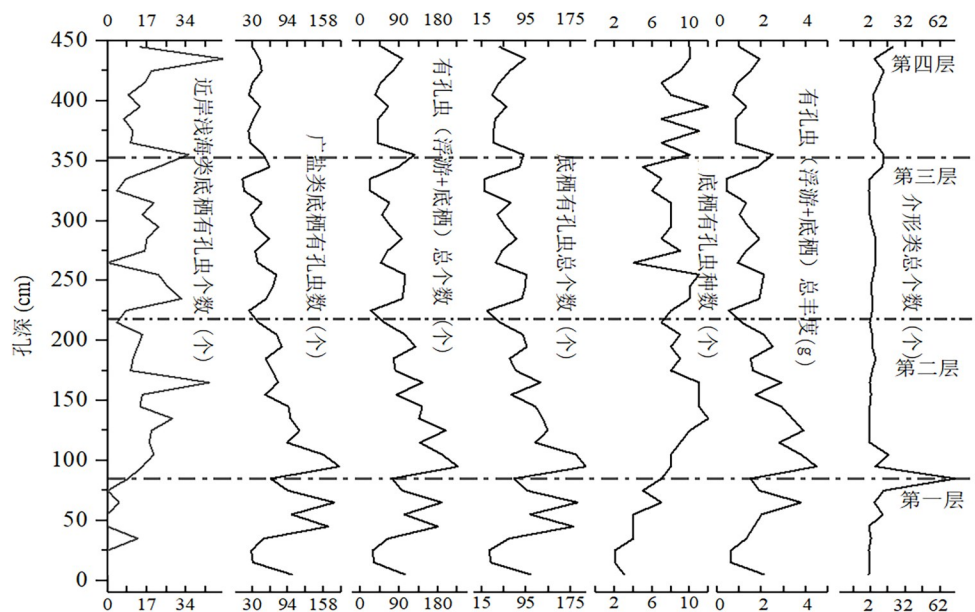


图3 剖面有孔虫和介形虫剖面数量变化特征

Fig. 3 Number variation characteristics of foraminifera and ostracodes in the profile

计意义不大. 第二层近岸浅海类底栖有孔虫有 15 种属, 按总枚数优势种属有 *Epistominella naraensis* (24.8%) 和 *Bulimina marginata* (15.9%), 其他种属按数量比依次为 *Elphidium advenum* (11.5%), *Nonion* spp. (10.6%), *Bolivina* sp. (8.8%), *Florilus* sp. (8.0%), *Fissurina* sp. (5.3%), *Nonionella* sp. (4.9%), *Lagena* sp. (3.1%), *Brizalina* sp. (2.2%), 其他小于 2.0% 稀有种属有 *Ammonia globosa*, *Astrononion* sp., *Cancris* sp. 等. 第三层近岸浅海类底栖有孔虫有 15 种属, 按总枚数优势种属有 *Epistominella naraensis* (18.2%) 和 *Bolivina* sp. (15.8%), 其他种属按数量比依次为 *Florilus* sp. (13.0%), *Elphidium advenum* (10.9%), *Nonion* spp. (9.7%), *Elphidium* sp. (9.2%), *Brizalina* sp. (4.9%), *Quinqueloculina* spp. (4.0%), *Bulimina marginata* (2.8%), *Lagena* sp. (2.8%), *Cribrononion asiaticum* (2.4%), *Guttulina* sp. (2.4%), 其他小于 2.0% 稀有种属有 *Cancris* sp., *Rectoelphidiella lepida* 等. 第四层有孔虫有 17 种属, 按总枚数优势种属有 *Ammonia globosa* (24.7%) 和 *Nonion* spp. (14.0%), 其他种属按数量比依次为 *Quinqueloculina* spp. (11.3%), *Florilus* sp. (10.7%), *Bolivina* sp. (10.0%), *Elphidium advenum* (7.3%), *Elphidium* sp. (4.0%), *Epistominella naraensis* (4.0%), *Rectoelphidiella lepida* (3.3%), *Bulimina marginata* (2.8%), *Lagena* sp. (2.8%), *Cribrononion asiaticum* (2.4%), *Guttulina* sp. (2.4%), 其他稀少种属有 *Bulimina marginata*, *Fissurina laevigata*, *Fissurina* sp. 等. *Elphidium advenum* 为剖面常见和数量相对很多的种属, 经常与喜暖的浅水种群 *Ammonia beccarii*/*Ammonia tepida* Group 共生, 所以其生态环境也应相似, 也是喜暖的浅水种. *Epistominella naraensis* 为河口相常见种, 在剖面四层中均有检出.

2.3 广盐类底栖有孔虫组合 剖面广盐类底栖有孔虫只有 *Ammonia beccarii*+*A. tepida*, *Cribrononion* spp. 和 *Cribrononion incertum* 三属种, 但每属种数量很丰富, 远超过其他属种(图 3). 第一层广盐类底栖有孔虫有 *Ammonia beccarii*+

A. tepida 和 *Cribrononion* spp., *Ammonia beccarii*+*A. tepida* (95.1%) 每层均有且数量远大于 *Cribrononion* spp. *Ammonia beccarii*+*A. tepida* 在第二层、第三层和第四层的每个样品均检出且数量相对于其他属种很丰富. *Cribrononion* spp. 和 *Cribrononion incertum* 在第二层、第三层和第四层均出现但并非每个样品都检出. *Ammonia beccarii*/*Ammonia tepida* Group (毕克卷转虫和暖水卷转虫种群) 为与此两种形态极为相似、其所生存的生态环境也极为相似的种群, 这一种群为喜暖的浅水种群, 在 0~20 m 深度的水域里丰度最高, 而单独种属 *Ammonia beccarii* 和 *Ammonia tepida* Group 种是典型的喜暖种、浅水种, 在深度小于 40 m 时丰度最高.

2.4 介形类组合 剖面四层中均有检出介形类微体古化石, 分别为近岸浅海相介形类、广盐类介形类和陆相介形类, 但总体数量很少, 特别很多属种偶尔检出个别, 反映介形类生物量很低. 近岸浅海相介形类方面, *Pistocythereis bradyformis* 在第三层和第四层多数样品中检出两枚, 分布在内浅海环境; *Cushmanidea* sp. 在第一层和第二层多数样品中检出 1 枚, 为陆缘海种. 广盐类介形类种属主要是 *Candoniella albicans* 和 *Ilyocypris bradyi*, 主要在第一层出现, 多数在三枚左右, 它们是常见种和广布种, 生活于河、湖、沟、渠等淡水水域, 也能生存于微咸水-半咸水水域.

2.5 整体环境分析 江苏南通如东剖面的有孔虫与介形虫化石均具有下述四大特征. (1) 个体小(要用高倍镜头才能对其进行准确的鉴定). (2) 多样性低(比正常浅海的多样性低). 以底栖类多样性为例(图 3), 第一层比第二层多样性低(存在显著性差异), 第二层多样性和第三层多样性无显著性差异, 第三层比第四层多样性低(存在显著性差异). (3) 生物量低(比正常浅海的生物量低得多). (4) 半咸水属种居多. 依据有孔虫和介形虫这些生态特征, 并考虑其沉积物的特点(特别是云母含量的多寡), 表明该区在全新世镇江海侵末期其整体沉积环境属小海湾相(bay), 但这个小小海湾相的开口时而缩小、时而扩大.

附件是根据鉴定结果绘制的南通如东掘港镇国清寺遗址地层微体化石统计表。根据生态资料,该剖面的底栖有孔虫大致可以划分出半咸水、广盐滨岸和盐度要求较高(多盐-真盐)的近岸浅海属种等三类,加上浮游有孔虫共计可分为四大类(见附件)。其中半咸水类在我国东、黄海沿岸主要见于盐度低于20‰的潮上带、潮间带和河口等少盐至中盐的半咸水环境。广盐类是我国东海和黄海沿岸广布的底栖有孔虫,广见于潮上带、潮间带、潮下带、潟湖和河口的少盐(1‰~5‰)至真盐(30‰~35‰)内陆架海水中。近岸浅海类在现代主要分布在水深小于100 m的内-中陆架和河口地区的前三角洲,要求正常盐度的海水。浮游有孔虫包括抱球虫类和新加丽特虫(林景星教授鉴定为 *Guembelitra* sp. (金伯尔虫))。在长江口地区,只见 *Guembelitra* sp. 这一个种,这是浮游有孔虫,而非底栖有孔虫,现在定名为 *Neogallitellivivans*,在数量上和样品中出现频率上都以前者为主。长江口地区,这些浮游有孔虫均是由潮流从外海搬运来的异地分子。

2018年9月3日,从如东掘港镇国清寺遗址处向东到洋口港处(E121°20'43", N32°26'22", 滩涂高程7.8 m),作者根据随身携带的测距仪发现两地距离为12 km左右。这表明:公元838年日本以圆仁为首的第19次遣唐使团登录时的如东掘港镇处的海岸线至今已东移了约12 km。

3 结论

根据学术界^[12-17](见附件)的统计可以清楚看出,该剖面底栖有孔虫以广盐类出现机率最高(或分布最广),数量最多。在剖面上其丰度呈现逐步增加的趋势。而浅海类丰度自下而上呈现明显下降趋势。该剖面底栖有孔虫群落中由广盐类和浅海类组成,但也含少量的半咸水类分子,并含较多的浮游有孔虫。林景星教授认为,该剖面有孔虫个体十分细小,各类生态有孔虫混杂,化石个体细小,并见有陆相介形类,这些都是河口沉积的标志性特征。在RD-37号(260~265 cm)发现一海相介形虫未定属,从260 cm至5 cm多次重复出现,最多时有32枚个体,代表自260 cm以后,当地环境发生了质的变化。

总体来看,该剖面下部的海相性较强,推测二、三、四层段是三角洲前缘相的沉积环境,逐步向前缘边滩变化,至第一层段可能演变为潮上低盐浅沼环境。介形类区分为浅海、广盐和陆相等三类,不见半咸水类。介形类数量太少,不过,第一层段中出现较多的陆相介形类,可以用来佐证该层段低盐浅沼环境。自110 cm以后,直至5 cm处,发现较多的陆相介形虫:*Ilyocypris bradyi*, *Candoniella albicans*, *Candona* sp.。在全新世海侵的末期,发现如此多的陆相介形虫,表明此时本区有淡水流入,也表明海湾相从此进入消亡期,由海湾相逐渐变成淡水湖泊相,海水慢慢地退出本区。

致 谢 本文中,南通如东掘港镇国清寺遗址地层的化石组合与沉积相和气候特征是中国地质科学院地质研究所林景星教授协助鉴定完成的,附件是同济大学海洋地质国家重点实验室赵泉鸿教授协助整理完成的,论文的完成得到了中国科学院南京地质古生物研究所章森桂教授的指导,在此谨向林景星教授、赵泉鸿教授和章森桂教授表示衷心感谢!

参考文献

- [1] Zhu C, Zheng C G, Ma C M, et al. On the Holocene sea-level highstand along the Yangtze Delta and Ningshao Plain, East China. *Chinese Science Bulletin*, 2003(48):2672-2683.
- [2] 朱诚, 吴立, 李兰, 等. 对江苏新石器时代海面变化问题的再认识. *科学通报*, 2016, 61(3):374-387. (Zhu C, Wu L, Li L, et al. Recognition of sea-level change during the Neolithic period in the Jiangsu Area, East China. *Chinese Science Bulletin*, 2016, 61(3):374-387.)
- [3] 王富葆. 海州湾西岸埋藏贝壳堤与晚更新世以来的海面变化//中国第四纪研究委员会, 中国海洋学会. 中国第四纪海岸线学术讨论会论文集. 北京:海洋出版社, 1985:146-151.
- [4] 邵虚生. 江苏金坛全新世海侵沉积层的研究//严钦尚, 许世远, 等. 长江三角洲现代沉积研究. 上海:华东师范大学出版社, 1987:116-125.
- [5] 岳军, Dong Y, 张宝华, 等. 渤海湾西岸的几道贝壳

- 堤. 地质学报, 2012(86): 522—534. (Yue J, Dong Y, Zhang B H, et al. A few of barrier sand-bars on the west coast of Bohai Bay. *Acta Geologica Sinica*, 2012(86): 522—534.)
- [6] 张强, 朱诚, 姜彤, 等. 江苏海安青墩地区新石器时代环境考古. 地理研究, 2004(23): 513—520. (Zhang Q, Zhu C, Jiang T, et al. Environmental archaeological study on the Qingdun site, Hai'an, Jiangsu province, during the Neolithic cultural period. *Geographical Research*, 2004(23): 513—520.)
- [7] Li L, Zhu C, Lin L G, et al. Evidence for marine transgression between 7500—5400 BC at the Luotuodun Site in Yixing, Jiangsu Province. *Journal of Geography Science*, 2009(19): 671—680.
- [8] Reimer P J, Bard E, Bayliss A, et al. IntCal13 and marine13 radiocarbon age calibration curves 0—50000 years cal BP. *Radiocarbon*, 2013(55): 1869—1887.
- [9] Stuiver M, Reimer P J, Bard E, et al. IntCal98 radiocarbon age calibration 24000—0 cal BP. *Radiocarbon*, 1998(40): 1041—1083.
- [10] Lin J and Dai L. Quaternary marine transgression in the Eastern China. *Journal of Palaeogeography*, 2012, 1(2): 105—125.
- [11] Lin J X, Chen L, Yang M, et al. Three abrupt climatic events since the Late Pleistocene in the North China Plain. *Journal of Palaeogeography*, 2013, 2(4): 422—434.
- [12] 李开封. 苏北陶庄和青墩遗址全新世海退记录研究. 博士学位论文. 南京: 南京大学, 2014. (Li K F. Study on Holocene regression in Taozhuang site and Qingdun site, North Jiangsu Province. Ph. D. Dissertation. Nanjing: Nanjing University, 2014.)
- [13] 汪品先, 章纪军, 赵泉鸿, 等. 东海底质中的有孔虫和介形虫. 北京: 海洋出版社, 1988.
- [14] 严钦尚, 洪雪晴. 长江三角洲南部平原全新世海侵问题. 海洋学报, 1987(9): 744—752. (Yan Q S, Hong X Q. Holocene marine transgression in the southern plain of the Yangtze River Delta. *Acta Oceanologica Sinica*, 1987(9): 744—752.)
- [15] Chen Z, Stanley D J. Sea-level rise on eastern China's Yangtze delta. *Journal of Coastal Research*, 1998(14): 360—366.
- [16] Wang Z, Zhuang C, Saito Y, et al. Early mid-Holocene sea-level change and coastal environmental response on the southern Yangtze delta plain, China: Implications for the rise of Neolithic culture. *Quaternary Science Review*, 2012(35): 51—62
- [17] 李从先, 汪品先. 长江晚第四纪河口地层学研究. 北京: 科学出版社, 1998.
- (责任编辑 杨 贞)

附件

[illegible]

续表

<i>Sinocytheridea impressa</i> 典型中华美花介	2										2	1	6									
<i>Sinocytheridea</i> sp. 中华美花介未定种											1	1	1									
陆相介形类：																						
<i>Ilyocypris bradyi</i> 布氏土星介	3										3	1										
<i>Candoniella albicans</i> 纯净小玻璃介	1	1	2	2		3	9															
介形类总个数	1	2	42	12	5	13	75	6	17	1	1	1	1									
样品序号	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
孔深(cm)	155	165	175	185	195	205	215	225	235	245	255	265	275	285	295							
样品干重(g)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50							
浮游有孔虫：																						
<i>Globigerina bulloides</i> 泡抱球虫	12	8	3	8	14	5	6	3		8	8	3	4	10	6							
<i>Globigerina</i> spp. 抱球虫未定诸种	3	15	2	3	17	9	2	7		4		8	9	7								
浮游有孔虫丰度(%)	18.1	16.0	6.2	14.5	24.4	13.6	14.3	0.0	10.3	7.9	7.8	14.9	19.0	19.8	18.3							
近岸浅海类底栖有孔虫：																						
<i>Bolivina</i> sp. 箭头虫未定种	2	1		5		1		3		7	3	3		4	5							
<i>Brizalina</i> sp. 判草虫未定种						3				3		3		6								
<i>Bulimina marginata</i> 具缘小泡虫	2	2		5		2																
<i>Cribrononion asiaticum</i> 亚洲筛诺宁虫											3		3									
<i>Elphidium advenum</i> 异地希望虫	3	7	3	3	3				4		4											
<i>Elphidium</i> sp. 希望虫未定种								2		3					4							
<i>Epistominella naraensis</i> 奈良小上口虫	2	23	2						2		7	7	3	3	9	6						
<i>Florilus</i> sp. 花朵虫未定种	2	3	2		2						7		4									
<i>Lagena</i> sp. 瓶虫未定种	1	2	1		1	1		1			1	1	1									
<i>Nonion</i> spp. 诺宁虫未定诸种	3	4	5				2	2	8	4												
近岸浅海类底栖有孔虫个数：	15	44	10	11	13	15	4	8	32	26	22	0	16	17	22							
近岸浅海类底栖有孔虫丰度(%)	22.1	36.4	13.2	16.9	13.5	16.9	8.3	33.3	36.8	28.0	23.2	0.0	31.4	22.1	37.9							
广盐类底栖有孔虫：																						
<i>Ammonia beccarii</i> + <i>A. tepida</i> 毕克卷转虫+嗜温卷转虫	48	73	63	51	69	59	35	15	49	52	55	33	25	55	25							
<i>Cribrononion</i> spp. 筛诺宁虫未定诸种	3	3		6		9	2			4	11	4	7	6								
<i>Cribrononion incertum</i> 易变筛诺宁虫	2	3	3		8	6	2	1	4	11	7	3	3	5	5							
广盐类底栖有孔虫丰度(%)	77.9	62.8	86.8	83.1	86.5	83.1	77.1	66.7	63.2	72.0	76.8	100.0	68.6	77.9	62.1							
半咸水类底栖有孔虫丰度(%)	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
有孔虫(浮游+底栖)总个数	83	144	81	76	127	103	56	24	97	101	103	47	63	96	71							
底栖有孔虫总个数	68	121	76	65	96	89	48	24	87	93	95	40	51	77	58							
底栖底栖有孔虫种数	11	11	8	9	8	9	7	8	10	10	11	4	9	7	8							
有孔虫(浮游+底栖)总丰度(g)	1.7	2.9	1.6	1.5	2.5	2.1	1.1	0.5	1.9	2.0	2.1	0.9	1.3	1.9	1.4							
介形类总个数	2	1	3	6	3	3	1	3	3	2	4	6	6	6	3							
样品序号	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45							
孔深(cm)	305	315	325	335	345	355	365	375	385	395	405	415	425	435	445							
样品干重(g)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50							
浮游有孔虫：																						
<i>Globigerina bulloides</i> 泡抱球虫	3	1		2	5	35	3	5	2	5	1	9		4	2							

续表

浮游有孔虫丰度(%)	14.0	0.0	13.6	9.1	5.7	28.0	7.7	12.2	4.9	7.8	2.9	0.0	12.0	4.1	4.1
近岸浅海类底栖有孔虫个数:	15	20	4	8	22	35	10	11	7	14	9	16	19	50	14
近岸浅海类底栖有孔虫丰度(%)	34.9	29.9	21.1	40.0	26.5	38.9	27.8	30.6	17.9	23.7	27.3	34.8	29.2	53.8	29.8
广盐类底栖有孔虫丰度(%)	65.1	70.1	78.9	60.0	73.5	55.6	72.2	63.9	82.1	74.6	72.7	65.2	72.3	46.2	63.8
半咸水类底栖有孔虫丰度(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	5.6	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4
有孔虫(浮游+底栖)总个数	50	67	22	22	88	125	39	41	41	64	34	46	75	97	49
底栖有孔虫总个数	43	67	19	20	83	90	36	36	39	59	33	46	65	93	47
底栖底栖有孔虫种数	8	8	6	7	5	10	7	11	7	12	8	7	9	10	10
有孔虫(浮游+底栖)总丰度(g)	1.0	1.3	0.4	0.4	1.8	2.5	0.8	0.8	0.8	1.3	0.7	0.9	1.5	1.9	1.0
近岸浅海相介形类:															
<i>Neocytheromorpha</i> sp. 新花形介未定种											1	1	1		
<i>Pistocythereis bradyformis</i> 布氏形纯艳花介						6			2	1	2	1	4	1	2
<i>Sinocythere sinensis</i> 中国中华花介					3		2	1							
广盐类介形类:															
<i>Sinocytheridea impressa</i> 典型中华美花介					1	9	7	2	5	2	3	1	7	3	12
介形类总个数	1	1	0	1	12	13	5	6	4	5	4	9	13	5	21