

杭嘉湖平原全新世沉积环境的演变*

严 钦 尚 黄 山

(华东师范大学地理系)

提 要

通过分析钻孔资料了解,杭嘉湖平原全新世沉积之下,有两层硬土层。上层硬土层的顶板为本区全新世沉积的下限。晚更新世末,本区为缓起伏的丘陵、台地。南缘为古钱江谷地;西侧(湖州至杭州之间)为古钱江的一条支谷,呈南北向。在这个基础上,全新世早、中期海侵时南缘成为海湾,西侧为河口湾。海侵最盛期时,全区除小块区域外,多属潮坪或潟湖。全新世晚期,西侧的河口湾淤浅阻塞,全区被淤积为淡水湖沼平原。

关键词 杭嘉湖平原 全新世沉积 环境演变

前 言

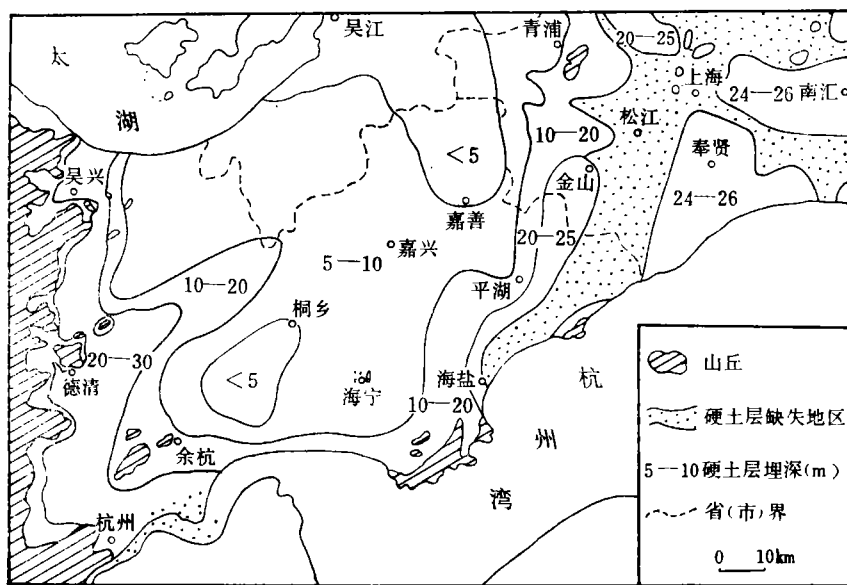
杭嘉湖平原位于太湖以南,西依天目山山地余脉,南临杭州湾和钱塘江,东边大致以江苏吴江至上海市金山一线与东太湖平原和长江三角洲平原相接(图 1)。全区地形低平坦荡,高低起伏不大,海拔高度一般为 2—4m(黄海标高,以下同),平原西侧及南缘零星分布着一些数十至百余米高的孤丘。平原南缘临杭州湾一带地形较高,海拔 3.5—5.5m;西侧接近丘陵地的菱湖、德清地带,以及东北隅的平望、震泽附近地区最为低洼,仅 1.5—2.5m,其余地区多为 2.5—3.5m。平原上河网密布,湖泊众多,以西侧和东北隅最为集中。

对于杭嘉湖平原的形成演变问题,前人已从地貌、地层和古地理等角度,做了大量的工作,并得出了不少有意义的研究成果^[1-4],但从沉积学的角度研究本区沉积环境演变方面尚嫌不足。本文以区内的戈亭、九里桥、双林和戴山等八个钻孔岩芯为主要研究资料(钻孔位置见图 3),作了微体古生物、孢子花粉、粒度、沉积构造、重砂矿物和粘土矿物等多项沉积相识别标志分析,并对关键层位做了 ¹⁴C 测年,同时还收集了本区其它地方近两百个浅钻岩性资料,对杭嘉湖平原全新世沉积环境演变问题,提出一些初步的看法。

一、全新世沉积的底界

据钻孔资料揭示,本区全新世沉积物下面普遍存在一层硬土层,类似的硬土层在常

* 本文中涉及岩矿、粒度、重矿、孢粉和有孔虫等方面的分析工作得到邵虞生、洪雪晴、吕全荣、陈学林、韩广民等同志的帮助;¹⁴C 测年工作由贵阳地化所和华东师大河口海岸研究所 ¹⁴C 实验室测定,在此一并致谢!

图 1 Q_3 硬土层埋深分布图Fig. 1 Distribution of Q_3 Tenacious Clay in the Study Area

州、苏州、苏北和上海地区,以及东海、黄海陆架都有广泛分布^[5-7]。这种硬土层在上海地区称为暗绿色硬土层,浙江的工程地质人员则称之为老粘土。

硬土层质地坚硬致密、颜色多样,其顶部多呈暗灰褐色和暗黄绿色,向下渐变为黄绿色和黄褐色。硬土层主要由粉质粘土和粘质粉砂组成,层内具有不甚明显的水平层理和微倾斜层理构造。硬土层中含有反映冷干气候条件的孢粉化石和指示弱水动力淡水环境的微古化石^[5,8],并含有大量的铁锰质结核,以及一些残留的植物根茎碎屑。

各种特征表明,硬土层是晚更新世晚期的陆相沉积物,在冷干气候条件下,长期暴露于地表,大多属河流湖沼相沉积,经脱水粘结,同时遭受了一定程度的成壤作用。这硬土层所反映的气候条件和沉积环境均与上覆的全新世沉积有显著的区别,可作为划分全新世沉积与晚更新世沉积的标志层。

本区的硬土层一般厚 3—6m,基本上连续分布,仅东南角的海盐以东杭州湾北岸一带和钱塘江口附近局部缺失。硬土层的埋深在区内很不一致(图 1),西侧近丘陵地带和东南部埋深最大,达 20—30m;桐乡西南和嘉善至吴江的局部地区埋深最小,多不超过 5m;平原中部的大片地区,埋深一般为 5—10m。硬土层埋深和厚度在接近丘陵或孤丘处迅速变小,以至尖灭缺失。

区内除上述硬土层外,通常在其下还存在另一层硬土层,两者间夹层为 3—10m 厚的海陆过渡相沉积,曾有人将它们分别称为上部硬土层和下部硬土层^[6]。对于这两层硬土层的时代归属,以及那一层作为全新世沉积的底界问题,曾有不同的看法。有人认为上部硬土层是全新世大规模海侵期间的一次短暂海退的产物,因而以下部硬土层作为全新世沉积的底界^[3]。我们根据双林等八个钻孔岩芯的分析结果认为,所谓的上部硬土层内不含任何有孔虫和海相介形虫化石,原是一套河流湖沼沉积,而在上、下部硬土层之间所夹

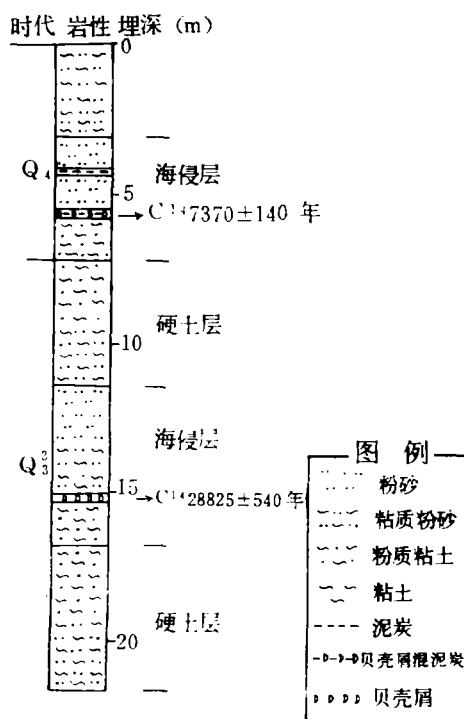


图2 双林孔剖面图

Fig.2 Geological Column of the Drilling Core at Shuang Lin

的海陆过渡相沉积中发现有丰富的有孔虫化石,其中含有星轮虫 (*Asterorotalia*),为晚更新世海侵的特征种^[9]。据双林孔岩芯的 ^{14}C 测年揭示,夹于上、下部硬土层间的贝壳碎屑层 ^{14}C 年龄为距今 $28\,825 \pm 540$ 年,而上部硬土层之上的贝壳屑混泥炭层 ^{14}C 年龄则为距今 7370 ± 140 年(图2)。由此可见,所谓的上部硬土层顶板即为全新世沉积的底界。

二、晚更新世末古地形

晚更新世晚期沉积构成的硬土层顶板埋深的区域分布,代表了本区晚更新世末的古地形起伏状况。晚更新世晚期发生大规模海退,最盛期约在距今15 000年前,当时海岸线位于今东海陆架水深150—160 m处^[10]。自西向东流的古钱塘江为那时控制本区的主干河流,它在今钱塘江河口段下切至40—50 m深,导致河底局部缺失硬土层。

本区原为一起伏和缓的台地,由于长期遭受古钱塘江及其大小支流的侵蚀切割,最终形成了呈指状展布的古地形格局(图3)。古台地构成指状地形的骨架,标高多在-5 m以内,古台地与西部丘陵之间存在一条南北向沟通今苏南太湖与钱塘江的低谷,标高为-15—-25 m,为古钱塘江北岸的一大支流。古台地东南缘于今海盐至金山卫一带,有一条向东北延伸入上海市区的低谷,其标高小于-20 m,为另一古河道。

我们在区内所钻的八个钻孔中,戈亭孔位于西侧的古河谷内,九里桥和戴山孔则位于古河谷坡地上,其余四孔皆位于古台地上。

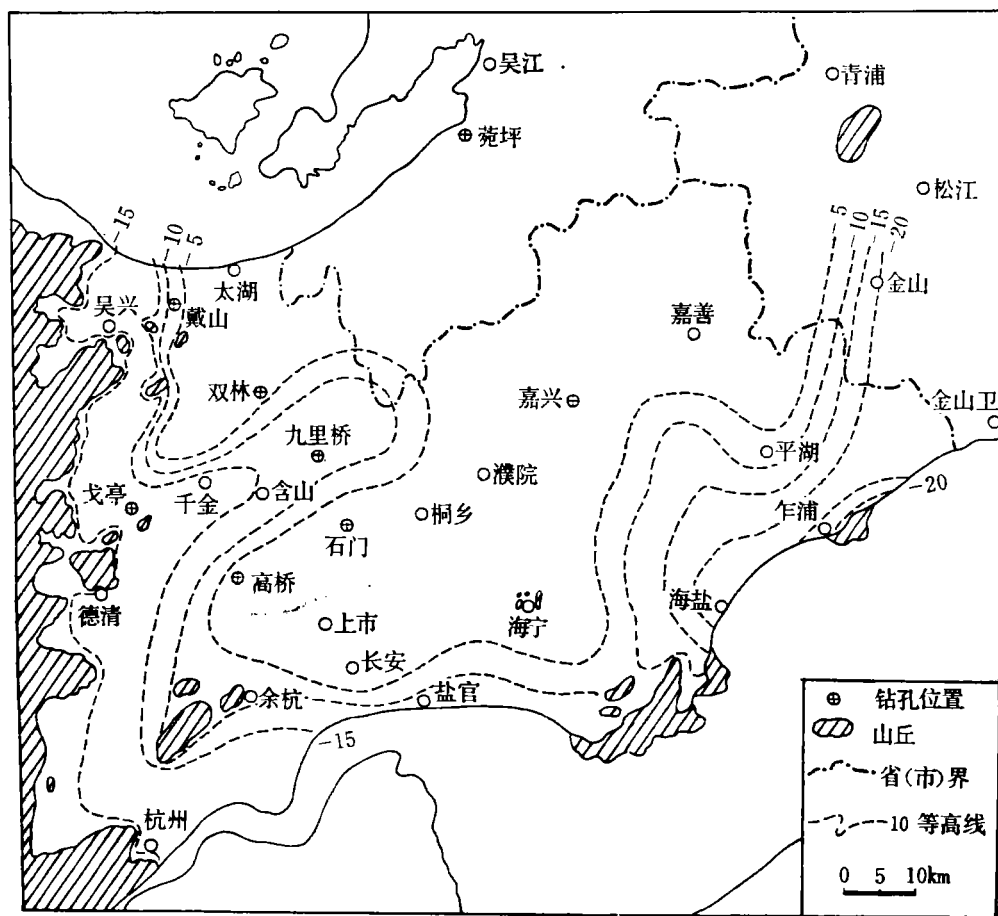


图 3 晚更新世末古地形图

Fig.3 Paleo-Topographic Map at the end of Late-Pleistocene

三、全新世气候的变迁

不同的孢粉组合反映不同的植被景观,指示不同的气候条件。为探讨本区气候的变迁规律和给各钻孔岩芯间进行划分对比提供层序和时间的依据,我们对八个钻孔岩芯都作了孢粉分析,现以戴山孔为例说明如下。

戴山孔全新世沉积厚 11.50m,由下往上可分六个孢粉带(图 4)。

第一孢粉带 为松属 (*Pinus*)-栎属 (*Quercus*)-柏科 (*Cupressaceae*)-禾本科 (*Gramineae*)-蒿属 (*Artemisia*) 组合,反映针叶、落叶阔叶混交林植被,指示温凉偏干气候,年代相当于前北方期,距今约 10 300—9500 年。

第二孢粉带 为栎属-枫香属 (*Liquidambar*)-松属-柏科-禾本科-蒿属-藜科 (*Chenopodiaceae*)-水龙骨科 (*Polypodiaceae*) 组合,反映落叶阔叶、针叶混交林植被,指示温和气候,年代与北方期相应,距今约 9500—7500 年。

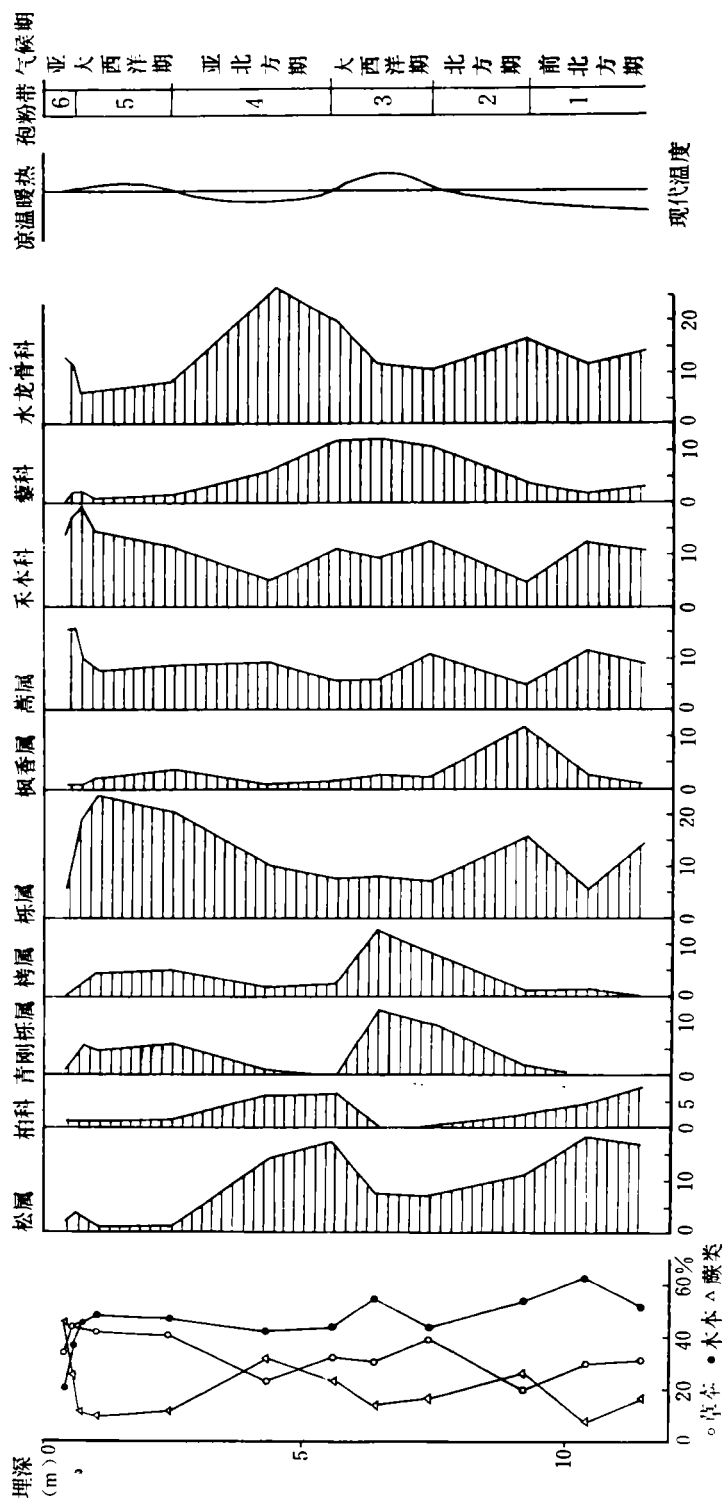


图 4 戴山孔孢粉图式
Fig.4 Pollenological Diagram from Core drilled at Daishan

第三孢粉带 为青刚栎属(*Q. glauca*)-栲属(*Castanopsis*)-栎属-禾本科-藜科-水龙骨科组合,反映常绿阔叶、落叶阔叶混交林植被,指示热湿的气候条件。据双林孔相同孢粉带底部的贝壳屑混泥炭层的 ^{14}C 年龄测定为距今 7370 ± 140 年,推定本孢粉带与大西洋期相当,距今约 7500—5000 年。

第四孢粉带 为栎属-松属-柏科-禾本科-蒿属-藜科-水龙骨科组合,反映夹常绿阔叶成分的落叶阔叶、针叶混交林植被,指示温和略干气候,这与江苏吴县唯亭遗址中的中、上良渚文化层中所指示的气候条件相似^[11],时代应与亚北方期相应,距今约 5000—2500 年。

第五孢粉带 为栎属-青冈栎属-栲属-禾本科-蒿属-水龙骨科组合,反映落叶阔叶、常绿阔叶混交林植被,指示暖湿气候条件,时代相当于亚大西洋期,距今约 2500 年前以来。

第六孢粉带 为栎属-禾本科-蒿属-水龙骨科组合,反映落叶阔叶(为主)、针叶、常绿阔叶混交林植被,指示温暖湿润气候,与目前相仿。

由戴山等孢粉分析结果可知,本区全新世以来气候经历了温凉偏干-温和-热湿-温

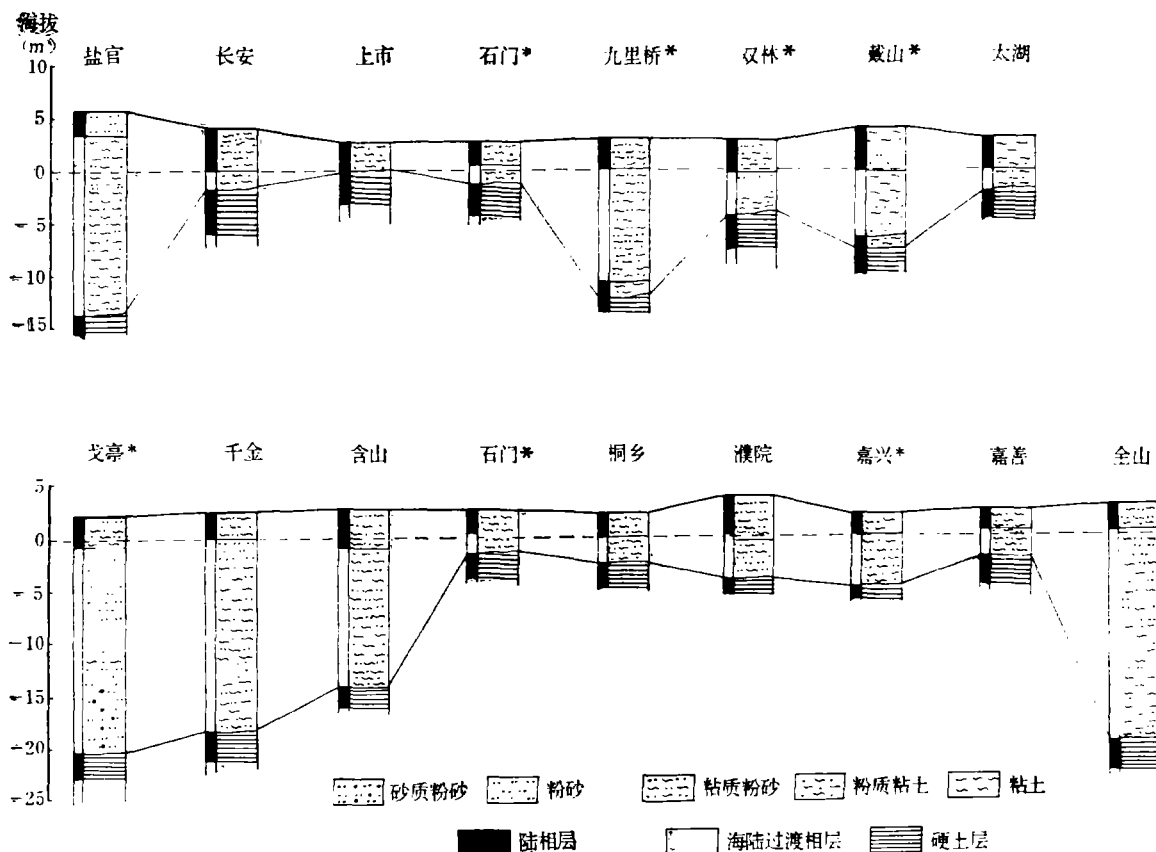


图 5 全新世沉积剖面对比图*

Fig.5 Stratigraphical Correlation of Some Drilling Cores in the Study Area

(* 无“*”的钻孔资料来源于上海地质处和浙江水文队)

和略干-暖湿-温暖湿润的变迁过程,这与上海、江苏等地已有的孢粉分析结论一致^[12]。

四、全新世沉积特征及其垂向层序

本区全新世沉积与晚更新世沉积之间,普遍发现沉积间断。各地全新世沉积的厚度变化很大,主要受古地形的高低和古地形与后期沉积面间高差大小的控制,还受到物源的多少、远近和沉积环境水动力强弱等因素的影响。一般说,本区全新世沉积厚度不超过40m,以南缘临杭州湾和钱塘江地带厚度最大,达18—35m,西侧近丘陵地带也有18—25m;太湖沿岸,嘉善以北,海宁一带,以及石门、高桥和长安附近地区厚度最小,仅3—6m;其余地区多为7—15m(图5)。

根据各钻孔岩芯的微古、孢粉、粒度、沉积构造和矿物等多项沉积相标志分析结果揭示,本区全新世沉积由海陆过渡相和陆相沉积构成。沉积剖面顶部为一层2.5—4m厚的陆相沉积,其下过渡为海陆过渡相沉积。比较各个沉积剖面特征及其所反映的沉积环境演替的异同,可归纳出三种垂向层序类型。第一种,位于古地形低洼地带,沉积厚度大,以戈亭剖面为代表;第二种,位于古地形高亢地区,沉积厚度小,以双林剖面为代表;第三种是介于上述两种类型之间的过渡性类型,以九里桥剖面为代表。兹分述如下:

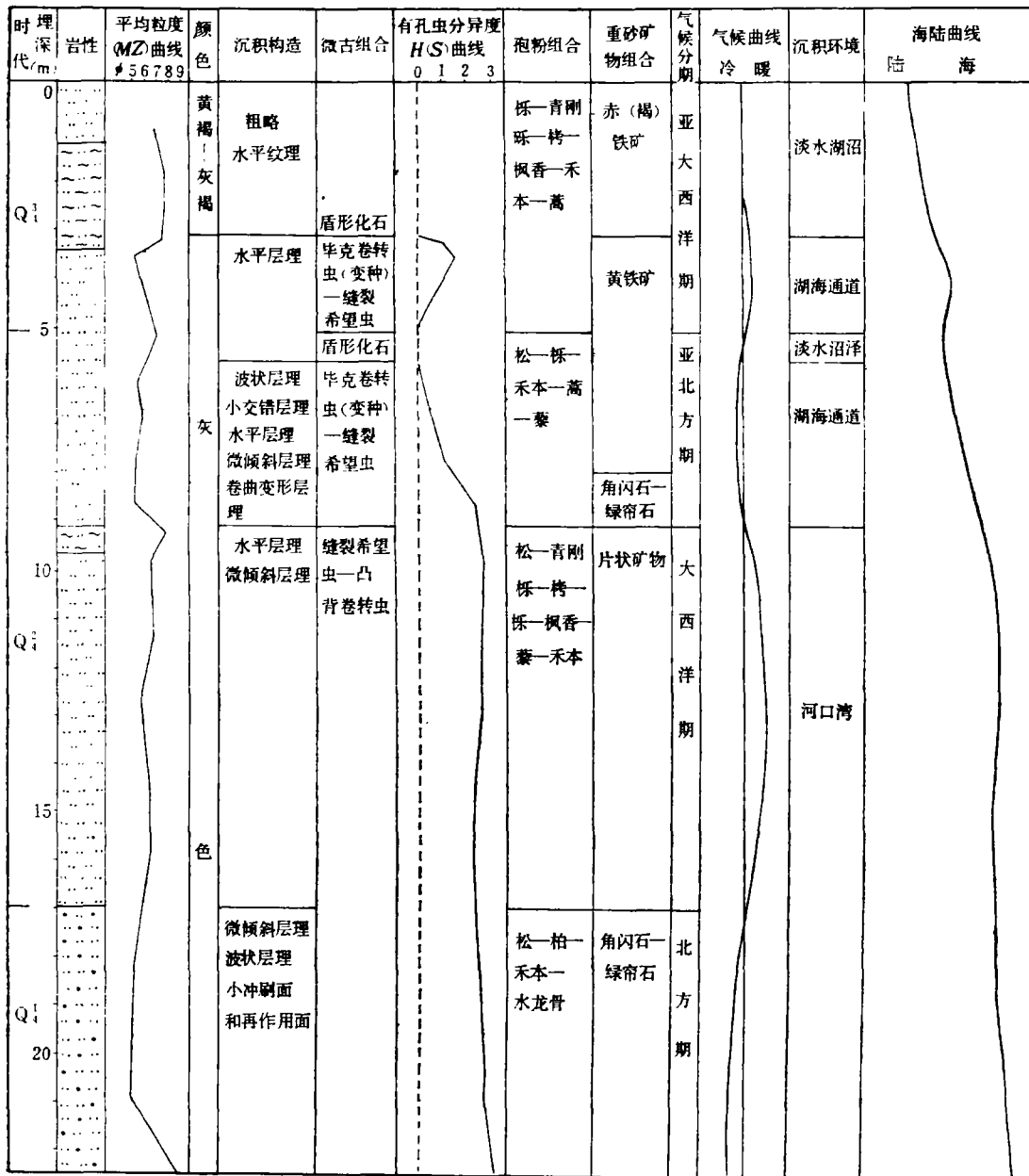
1. 戈亭剖面 全新世沉积厚度22.60m(图6)。

早全新世沉积厚5.6m,为一层砂质粉砂,平均粒径(M_z) 5ϕ 左右,分选较差。沉积构造以小波纹交错层理为主,小冲刷面和再作用面频繁出现。层中含丰富的有孔虫化石,属缝裂希望虫(*Elphidium magellanicum*)-凸背卷转虫(*Ammonia convexidorsa*)组合,属种数多至20—48个,复合分异度 $H(S)$ 值高达2.1—2.9,组合中除有大量广盐和浅海属种外,也出现不少较正常盐度的和浮游类的属种。此层所含重矿为角闪石-绿帘石组合,两者占总含量的70—80%以上。这些特征表明当时处于水流畅、水动力较强的河口湾环境。

中全新世前期沉积厚7.9m,由粉砂构成,局部夹粘质粉砂, M_z 为 $5.5—6.5\phi$,分选差。沉积构造以水平层理或微倾斜层理为主。本层有孔虫组合特征与早全新世相同,但重矿变为片状矿物组合,白云母、黑云母、风化云母和绿泥石的含量和占总含量的70—80%以上。这些特征反映此地仍处于河口湾环境,水流有周期性动荡,但为河口湾边缘部分水动力减弱的场所。

中全新世后期为4.1m厚的粉砂沉积,底部为含砾的粉砂厚层,向上出现波形层理和小型交错层理,再过渡为水平层理和微倾斜层理。有孔虫化石为毕克卷转虫(变种)(*Ammonia beccarii* var.)-缝裂希望虫组合,属种数由14个向上减至零, $H(S)$ 值也由2.3降到零,组合以广盐浅水属种为主。本层所含重矿底部为角闪石-绿帘石组合,中、上部为黄铁矿组合,黄铁矿占总含量的70—90%以上。上述特征说明此地原为水流畅通的浅水通道,水动力较强,后过渡为浅水通道,水动力较弱的边缘环境,至末期淤浅为淡水沼泽。

晚全新世早期沉积1.9m厚,由粉砂构成。沉积构造主要是一些水平层理。本层所含有的孔虫化石为毕克卷转虫(变种)-缝裂希望虫组合,以广盐浅水属种为主。重矿仍为黄铁矿组合。这些特征指示当时为弱水动力、环境相当封闭的浅水通道边缘。


 砂质粉砂

 粉砂


 粘质粉砂

图 6 戈亨孔综合柱状图

Fig.6 Synthetic Column of the Drilling Core at Geting

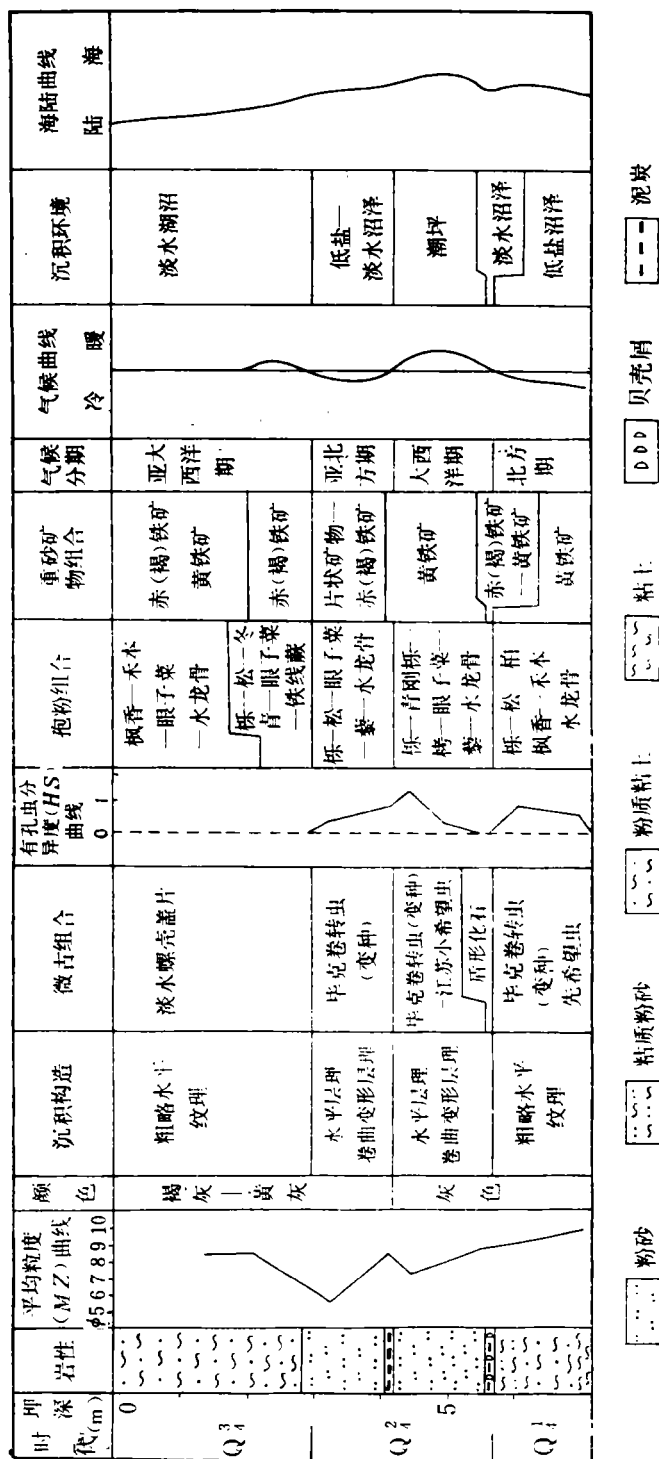


图 7 双林孔综合柱状图

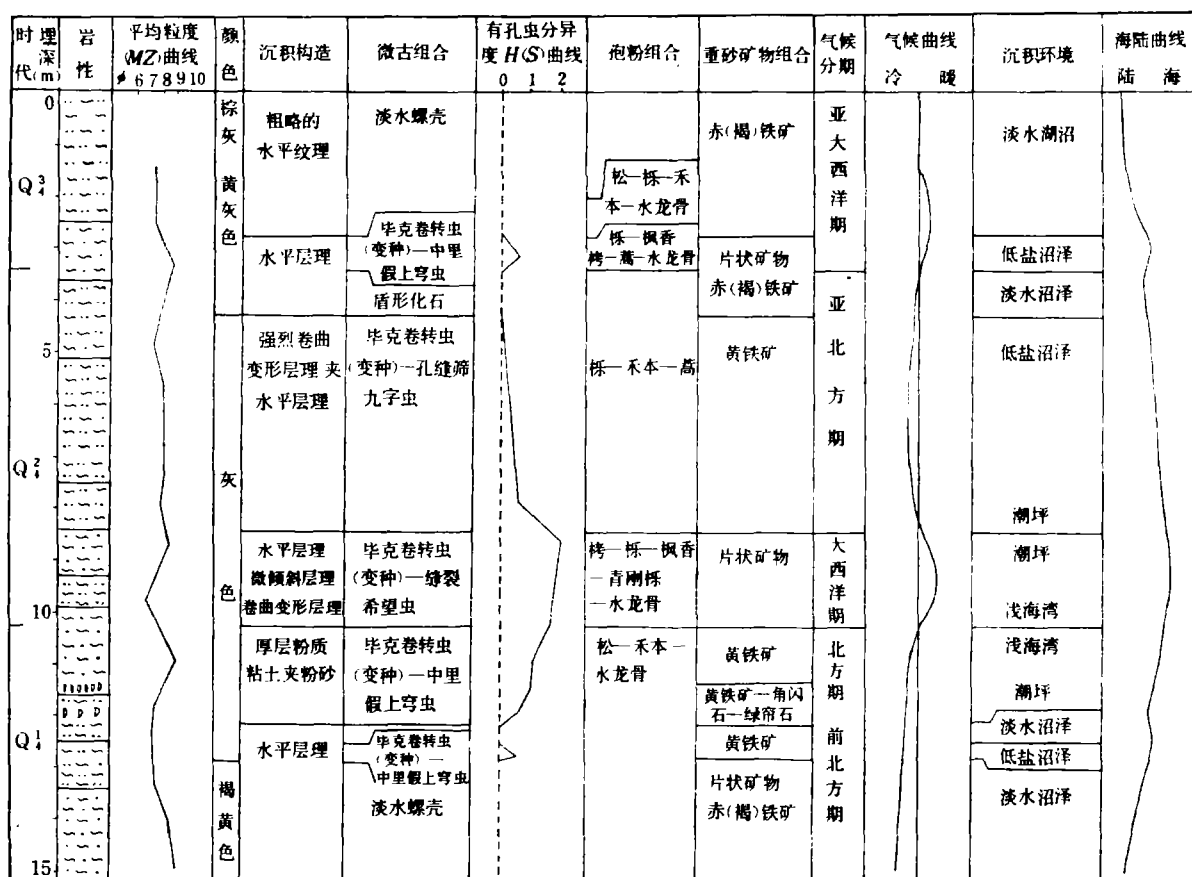
Fig. 7 Synthetic Column of the Drilling Core at Shuanglin

晚全新世中、晚期沉积 3.1m 厚,为粘质粉砂和粉砂, M_z 值 7—8 ϕ , 分选很差, 仅发现一些粗略的水平纹层理。本层不含有孔虫化石, 仅在下部见有盾形化石。重矿为赤(褐)铁矿组合,其含量占总含量的 70—90% 以上, 为黄铁矿氧化而成。这些特征说明当时为淡水湖沼环境,水动力很弱。

2. 双林剖面 全新世沉积厚 7.20m(图 7)。

早全新世沉积厚 1.54m,为粉砂质粘土和粘质粉砂, M_z 值 8.5—10 ϕ , 分选很差。除少量粗略的水平层理外, 未发现其它的沉积构造。重矿为黄铁矿组合。本层含有孔虫化石, 属毕克卷转虫(变种)-先希望虫 (*Protelphidium* sp.) 组合, 属种数仅有 8 个, $H(S)$ 值低至 0.8 左右, 组合由广盐浅水属种组成。这些特征反映强还原性、极弱水动力的低盐沼泽环境。

中全新世前期沉积 1.51m 厚,主要是粉砂,底部夹有一层粘质粉砂。粘质粉砂层中含有极多的盾形化石和少量的贝壳碎屑, 未发现有孔虫化石; 重矿为赤(褐)铁矿-黄铁矿组合。粉砂层具水平层理和卷曲变形层理构造; 层中发现许多有孔虫化石, 属毕克卷转虫



粘质粉砂 粉质粘土 贝壳屑

图 8 九里桥综合柱状图

Fig.8 Synthetic Column of the Drilling Core at Jiuliqiao

(变种)-江苏小希望虫 (*Elphidiella jiangsuensis*) 组合, 属种数 7—13 个, $H(S)$ 值约等于 1, 组合以广盐浅水属种为主, 也发现有一些浮游类的属种; 重矿为黄铁矿组合。上述特征说明, 此地初期一度成为淡水沼泽, 发育薄层泥炭, 以后沦为潮坪环境。

中全新世后期沉积 1.2m 厚, 由粉砂构成, 具水平层理和卷曲变形层理。层中只发现少量的毕克卷转虫(变种)化石和盾形化石。重矿为片状矿物-赤(褐)铁矿组合。这些特征反映海水影响不断减弱的低盐-淡水沼泽环境。

晚全新世沉积厚 2.95m, 为粉质粘土。无明显层理构造, 没有发现有孔虫化石, 仅见淡水螺壳盖片, 重矿为赤(褐)铁矿组合和赤(褐)铁矿-黄铁矿组合。这些特征说明当时处于淡水湖沼环境。

3. 九里桥剖面 全新世沉积厚 15.20m, 属于一种过渡性类型, 其沉积特征及其所反映的古沉积环境见图 8。

总的来说, 本区全新世沉积物较细, 主要是砂质粉砂、粉砂、粘质粉砂和粉质粘土, 平均粒径 (M_z) 一般大于 5ϕ , 但分选差或很差。在平面分布上, 以流水通道等古地形低洼部位沉积物较粗, 大多数是粉砂和砂质粉砂; 而古地形高处或非流水通道的古洼地, 则以粘质粉砂和粉质粘土等较细沉积物为主。古沉积环境不同, 表现在沉积物特征上的不同, 根据区内各钻孔岩芯的分析, 就可以重溯沉积环境的变迁过程。

五、全新世沉积环境的演变

以区内八个钻孔岩芯分析结果为标准, 对照比较区内其它地方的近两百个钻孔岩性资料, 可知本区呈指状展布的晚更新世末古地形对全新世沉积环境的演变产生巨大的影响, 杭嘉湖平原内, 即使在距今 7000—6500 年以前较高海面时期, 大片地区也只经历低盐沼泽、潮坪-潟湖环境, 并没有沦为浅海, 仅南缘和西侧古地形低处曾分别为浅海湾和河口湾, 这与近年来在本区已发现了众多的新石器时代古文化遗址的事实是吻合的。

本区全新世沉积环境的演变, 可分为早、中、晚三个时期, 即早全新世, 距今约 10 000—7500 年前; 中全新世, 距今 7500—2500 年前; 晚全新世, 距今 2500 年前以来。

1. 早全新世沉积环境

晚更新世末期, 发生了全球性的海面大幅度下降, 海岸线退至当今东海陆架外缘水深 150—160m 处。随着气候的转暖, 海面开始迅速回升。到距今 10 000 年前, 海面已回升至 -40m 左右^[13], 海水首先沿钱塘江河谷内侵, 逐渐波及本区。约在距今 8500 年前, 海水已侵入本区东南隅的海盐至乍浦一带以及西侧的谷地。到距今 8000 年前左右, 海面达到 -5m。此后, 海面继续上升, 据双林孔标高 -2.8m 处的贝壳碎屑与泥炭混层的 ^{14}C 测年结果, 为距今 7370 ± 180 年前。

早全新世初, 本区除南缘今杭州湾及西侧谷地海水到达较早, 分别成为海湾和河口湾外, 广大的台地区仍为起伏不大的台地, 受到大小支流的切割。但随着后来海面的回升, 台地中小河沟的下游被浸淹, 流水的侵蚀和切割作用减弱, 局部地区, 如戴山和九里桥等地, 沉积了一些河漫滩相或沼泽相的沉积物。后期, 台地区大部分沦为低盐沼泽, 为强还原性的弱水动力环境, 自生黄铁矿富集, 有些地方如双林孔和石门孔发现这一时期堆积的

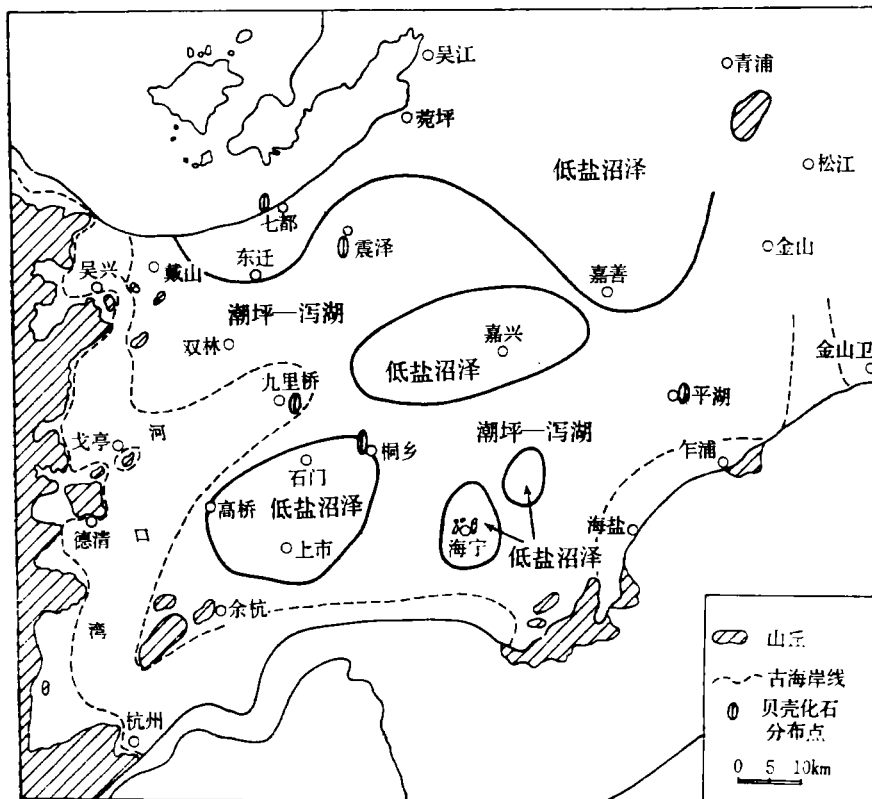


图 9 7000—6500 年前古沉积环境图

Fig.9 Sketch Map of the Sedimentary Environments in the Period of 7000—6500 Y.B.P.

薄层泥炭。本区西侧的湖州—杭州河口湾和南缘的海湾,由于水深较大,水动力相对强,因而沉积物较粗,多是粉砂或砂质粉砂。

在这段时间内,海面上升速度较快,平均可达 14 mm/a , 长江和钱塘江河口随之向陆退缩,本区沉积物来源除主要靠长江供给外,在南缘的河口区还有钱塘江下运扩散的沉积物,而湖州—杭州河口湾中的沉积物,则主要由源于天目山区的河流运来。本区的沉积速率不高,沉积厚度小,如河口湾环境中的戈亭仅有 5 m 左右,而属低盐沼泽环境的双林才 1.5 m 。因此,尚暴露于当时海面以上的古地形格局并无多大的改变,只是台地上众多的小河沟渐被填平。

2. 中全新世沉积环境

距今 7500 年前后,气候较湿热,海面继续上升,大约在距今 7000—6500 年前达到近于目前海面高度,以后虽略有波动,但基本上保持稳定。这时本区大片台地被浅水浸淹,处于潮坪及浅水泻湖环境。但南部的海宁附近,西南的高桥、石门、上市一带,现代太湖沿岸以及吴江至嘉善地区为低盐沼泽和小块稍高起的平原。西侧为河口湾。杭州至澉浦之间的南缘地带,以及海盐至乍浦一带则为海湾(图 9);紧接着,在杭州湾沿北岸西进的涨潮流作用下,沿着这海湾的内侧,以石质岛屿为基础(岬角),发育了向陆内凹的砂咀。

在距今 7000 年前以后,被浸的丘状台地经过加积填高,原来地势稍高处的低盐沼泽

和潮坪区在距今 6000 年前即转变为潮上带,这里虽然仍会受到特大高潮侵袭的威胁,但施加人工填土加高,已初备可以栖息的条件。也正是在这样的环境下,右湖周围出现了这一时期众多的新石器时代文化,即距今 6000—4000 年前期间的马家浜、崧泽和良渚等史前文化。

在距今 7000 年前之后,丘状台地较低下的潟湖和浅水海湾内也继续填积变浅,当时水域内每有贝类生长,一些沼泽内则可发育泥炭层。如在九里桥附近就发现有呈东西向延伸达几百至几千米断续分布的牡蛎壳滩;局部厚达 0.5m,埋深只有 1m 左右;牡蛎的主要属种为长牡蛎和近江牡蛎,为生活于低盐浅水环境的属种;牡蛎壳体完整,一般双瓣俱存,壳体无磨损现象,说明是原地埋葬群。牡蛎样品 ^{14}C 测年为距今 5400 ± 75 年和 5310 ± 75 年。此外,在桐乡、平湖、震泽和七都等地也都发现同年代贝类生物壳体。在太湖沿岸和吴江至嘉善一带,发育草本泥炭堆积,泥炭层厚不一。最厚的可达 0.5—1m。吴江梅堰埋深 5.7m 的泥炭 ^{14}C 年龄为距今 5530 ± 115 年,吴江黎里埋深 3m 泥炭为距今 5845 ± 105 年¹⁾。

距今 4000—2500 年前,西侧的河口湾进一步缩窄,南缘的浅海湾相继淤浅成陆,海盐和金山卫之间的浅海也被填平。杭嘉湖区南沿、杭州湾北岸的支谷海湾,以及砂咀后缘的潟湖淤积为潮上带平原,西侧湖州-杭州间的湖海通道逐渐淤浅,太湖随之封闭成为淡水湖泊。

在中全新世这段时间内,台地稍高处以沉积较细粒的粉质粘土和粘土质粉砂为主,稍低处发育以粉砂为主的潮坪沉积。西侧的湖海通道,水动力一直较强,沉积物以粉砂为主。南缘杭州湾沿岸地带,受潮汐和波浪的影响,潮坪沉积发育,多由粉砂或粘质粉砂构成。

3. 晚全新世沉积环境

距今 2500 年前以来,本区沉积环境已和现代相差不大,大部分为淡水湖沼平原,发育了以粉质粘土为主的湖沼相沉积,并有平原河流相、潮上带相沉积。西侧的湖海通道,在前期曾一度与海相连通,约在距今 2000 年前,现今的杭州市一带淤浅成陆,此湖海通道便完全与海隔绝,并发育成淡水湖沼群平原。南缘海岸受强潮的冲击而坍塌后退,但由于有乍浦、澉浦、杭州等地的孤丘起制约作用,岸线位置变化幅度并不太大,逐渐演变至现今的海岸位置。

结 论

1. 杭嘉湖平原全新世沉积之下普遍存在两层硬土层,这两层硬土层特征相似,主要是河流湖沼相沉积物在冷干的气候条件下裸露于地表面而固结硬化所成, ^{14}C 测年资料已知,位于上部的硬土层年代属晚更新世晚期沉积,其顶板为本区全新世沉积的下限。

2. 本区晚更新世末古地形呈指状展布,大部分地区为标高—5m 以上的台地,台地与西部丘陵之间存在一条标高为 —15——25m 的南北向沟通太湖与钱塘江的低谷,台地东南缘的海盐至金山卫一带存在另一条标高小于 —20m 的低谷。

1) 邱淑彰,1983,江苏泥炭初步研究。

3. 全新世以来,本区气候经历了温凉偏干-温和-热湿-温和略干-暖湿-温暖湿润的变迁过程。

4. 全新世沉积环境的演变,分为早、中、晚三个时期。

(1) 早全新世(约 10000—7500 年前)西侧和南缘分别为河口湾和海湾环境;台地区原为河流湖沼平原,到后期沦为低盐沼泽环境。

(2) 中全新世(7500—2500 年前) 海侵最盛期,西侧为河口湾,南缘为海湾,台地区被浸淹为潮坪或潟湖,东北隅和西南部分地区为低盐沼泽环境。后期,台地区除东北隅和西南部分等地区为具有淡水沼泽的平原外,其余地区都为低盐沼泽环境;南缘的浅海湾已相继淤浅成陆,西侧的河口湾淤浅缩窄为连接太湖地区与杭州湾的通道。末期,台地区已变为基本脱离海水影响的淡水湖沼平原,东北隅开始发育淡水湖群,西侧的通道趋于淤塞。

(3) 晚全新世(2500 年前以来) 本区沉积环境已和现代相差不大。西侧的湖海通道约在 2000 年前完全与海隔绝,并演变为淡水湖沼群平原。

参 考 文 献

- [1] 严钦尚,浙江省钱塘江及太湖流域地貌发展过程,华东师大学报(自然科学版),(3),1957,36—53。
- [2] 陈吉余等,长江三角洲的地貌发育,地理学报,25(3),1959,201—220。
- [3] 蔡祖仁等,浙江杭嘉湖平原的全新世地层,地层学杂志,8(1),1984,10—18。
- [4] 潘凤英等,全新世以来苏南地区的古地理演变,地理研究,(3),1984,64—75。
- [5] 郭蓄民等,长江河口地区全新统的分层与分区,同济大学学报(海洋版),(2),1979,15—26。
- [6] 冯铭璋,上海及邻近地区全新统分层中若干问题的探讨,上海地质,(4),1984,14—20。
- [7] 汪品先等,东海、黄海更新世末低海面时期的微体化石群,海洋微体古生物论文集,112—119,1980。
- [8] 许世运等,长江三角洲沉积模式,中国第四纪研究,6(2),1985,55—62。
- [9] 汪品先,我国东部第四纪海侵地层的初步研究,地质学报,(1),1981,1—13。
- [10] 朱永其等,东海大陆架晚更新世最低海面,科学通报,(7),1979,317—320。
- [11] 王开发等,根据孢粉分析推断上海地区近六千年来的气候变迁,大气科学,(2),1978,139—144。
- [12] 王开发等,根据孢粉分析推断沪杭地区一万多年来的气候变迁,历史地理(创刊号),1981,126—131。
- [13] 耿秀山,中国东部晚更新世以来的海水进退,海洋学报,(1),1981,114—130。

EVOLUTION OF HOLOCENE SEDIMENTARY ENVIRONMENT IN THE HANGZHOU-JIAXING-HUZHOU PLAIN

Yan Qinshang Huang Shan

(Department of Geography, East China Normal University)

Key words: Hangzhou-Jiaxin-Huzhou Plain; Holocenesedimentary; Environment evolution

Abstract

This paper tackles this problem based upon a variety of sedimentological evidence, such as paleomicrofauna, pollen and spores, sediment grain size, sedimentary structure, heavy mineral content and ^{14}C radio-carbon dates. *These data were mainly*, in conjunction with nearly 200 subsurface drilling cores available in this area, collected from seven newly drilled cores at Gouting, Gaoqiao and Shuanlin etc. The results obtained from this study could be summarized as follows:

1. A tenacious-clay layer with a greyish or yellowish brown colour identified as river-lakemarsh deposits of late Pleistocene exists, with few exceptions, beneath surface Holocene deposits. This layer can be used as a marker defining the boundary between Holocene and Late Pleistocene depositions.

2. The topography of the palaeo-surface of the Late Pleistocene, Which presenting an inter-fingered pattern, is in general a major relatively elevated platform with elevation within -5 m and is crossed by a south-to-north orienting valley about $-15\text{--}-25\text{ m}$ in elevation running between the platform and the western hilly land from Taihu lake to the Qiantangjiang River. Another depressed valley exists southeast of the platform trending from Haiyan to Jinshanwei, whose elevation is no greater than -20 m .

3. The evolution of Holocene sedimentary environments in this area can be divided into three periods:

1) Early period (about 10000—7500 Y. B. P.) Environmentally, the platform was *terrestrial transited* to low-salinity marshes; while west of the *platform estuarine* and south of it a coastal embayment.

2) Middle period (7500—2500 Y. B. P.) In the early stage of this period, the western part was an estuary, the area around Ganpu and Zhapu a coastal bay and the platform was altered into tidal flats and low-salinity marshes. The northeast portion and parts of the southwest portion then were low-salinity marsh environment. During the second stage, the platform was turned into low-salinity marshes except for its northeast and southwest portion which were fresh water marshes; the southern shallow bay was silted up into land and the western estuary was shallowed and silted into a narrow bay connecting Tai Lake with the Qiantang River. In the last stage, the platform developed further into an area fresh-water lakes and marshes, and a number of fresh-water lakes developed in the northeast; the western channel became silted up.

3) Late period (the last 2500 years) In most of the study area fresh-water lakes and marshes dominated. At the time of about 2000 Y. B. P. the western channel became isolated from the Hangzhou Bay and was transformed into some small fresh-water lakes.