

从沉积物特征谈太湖的演变

William Y. B. Chang^{1,2)}, 许雪珉^{1,4)} 杨景荣³⁾ 刘金陵⁴⁾

1) Center for Great Lakes and Aquatic Sciences, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan 48109, U. S. A.

2) Division of International Programs, National Science Foundation, Washington, D. C. 20550, U. S. A.

3) Department of Biology, Waterloo University, Ontario N2L 3G1, Canada

4) 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008

摘要 通过太湖湖底淤泥层中的微体古生物及其物理化学分析,在西太湖 W1 孔发现多门类海相化石。海相化石出现的时间约在 11000—5000 a. B. P. 之间。据此提出西太湖在全新世期间曾遭受海侵,因而支持了太湖形成于泻湖的说法,同时,还提出海水进入太湖的时间,比以往学者推测的早 2000 多年。

关键词 太湖 全新世 沉积相

太湖,古称震泽,位于长江三角洲中部(31°30'N, 120°30'E),东海以东 130km 的东太平洋流域盆地中^[1]。是长江中下游五大淡水湖之一,由于它地处中国人口最稠密(906人/km²),工农业最发达地区之一,国民经济总产值约占全国的 1/7,所以对该地区的地理、地质以及更新世以来的生态、环境演变的研究也历来受到重视,并对该地区的生态环境变迁,太湖的形成和演化等方面进行了一定的研究,并出版了不少专著和论文。但是目前对太湖的形成问题仍存在不少争论,主要论点有“泻湖成因说”^[2-4]、“构造成因说”和“阻塞成湖说”^[5]。而争论的焦点问题是本地区在全新世时是否遭受过大规模的海侵,也即海水是否到达过太湖,并且长期以来对太湖湖底沉积物也缺乏深入的古湖沼学研究。

本文是根据近年来我们对太湖湖底沉积物所进行的物理、化学及微体古生物分析的初步结果,对上述相关问题提出我们的看法。

1 区域自然概况

太湖位于长江三角洲南侧的低洼地带,西边紧接天目山余脉的低山丘陵,东距东海不到 100km,地处东亚季风区中亚热带常绿阔叶林区的北部边缘地带。湖泊面积 2427.8km²。象多数临海湖泊一样,水深较浅,平均水深只有 1.89 m,最大水深 2.6 m,平均坡度只有 0°0'19.66"。湖水呈弱碱性^[6],为一较典型的平原浅水型湖泊。

目前太湖是中营养型湖泊,局部地区正朝着富营养化发展。湖内蓝、绿藻和硅藻较为丰富。太湖底质沉积物由于受风浪搅动的影响,大半以再悬浮、搬运为主^[7],质地组成主要是粉砂和粘土。根据大量的浅钻及浅地层剖面仪对湖底地层的探测表明,太湖平原湖底基质均由

收稿日期:1993年10月13日;接受日期:1994年2月20日。

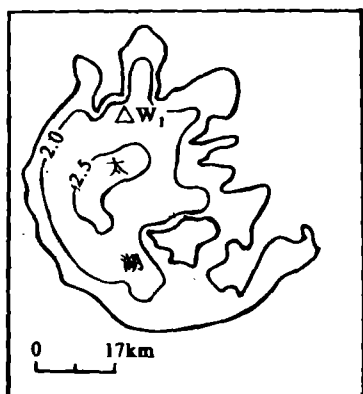


图1 W1孔位置图
Fig. 1 W1 coring site in the
West Taihu Lake

广泛分布的黄土物质组成,这层沉积物结构致密,质地坚硬,上部多铁锰胶膜,下部多铁锰结核,它是以后全新世太湖平原上河湖沉积物堆积的基础,也是太湖形成的基础。这层坚硬的黄土层在太湖厚4—6 m,其顶部经 ^{14}C 测年为11240 a B.P.,底为19750 a B.P.^[5]。其下为灰色粉砂质的粘土夹粉砂互层,内含丰富的浅海有孔虫和介形类,为一海侵层^[6]。在黄土层之上,大部分的湖区覆盖有20—30 cm厚的现代沉积物,仅在一些小洼地(或古河道)沉积的淤泥层可厚达2—3 m,本项研究所采用的样品即采自这些洼地(或古河道)之中(图1)。

2 研究方法

1991年10月,我们采用重力采样器成功地在太湖马迹山附近的洼地中采到了深为95 cm的岩芯,钻孔样品在野外即分割成1 cm长的样品放入塑料袋中,回到实验室后,即在4℃以下保存。

2.1 硅藻分析

硅藻分析的采样间距为5 cm,实验室处理方法详见^[9,10]。定量取样后,经过盐酸除去碳酸钙后,用过氧化氢除去有机质,然后用Barttarbee盘制片。

2.2 化学分析

化学分析的采样间距为在50 cm以上连续取样,50 cm以下每3 cm取一块样。总碳、无机碳、总氮和有机氮的测定采用LECO碳氮分析仪,通过燃烧样品后的气量进行测定。有机碳则为总碳减去无机碳。总磷是将原测磷法经过改进后,利用自动分析仪通过比色进行测定。沉积物的色素分析方法综合了Bengtsson and Enell, Sanger and Borham和Swain^[11]等人的方法,样品经90%丙酮提取后,利用Beckman DU分光光度仪在一定的波长下通过测定液体的浓度来测定色素的浓度,例如,测定在665 nm波长时的溶解度来决定叶绿素(Chlorophylla)的浓度,单位为每克有机质中的溶解度,也就是说,一个色素单位相当于溶于100 mL溶剂时,在10 cm单元内,古色素溶解度为1.0,样品提取后,通过酸化,测定在665 nm波长时的溶解度来测定Paleopigments的百分比^[12]。

3 分析结果

3.1 物理性质

太湖钻孔样品在95 cm以上的性质比较均一,均为灰色湖相粉砂质淤泥沉积。沉积物的粒度分析表明(图2),现代太湖湖底沉积物以粉砂质为主。整个钻孔砂的含量均不高,粉砂

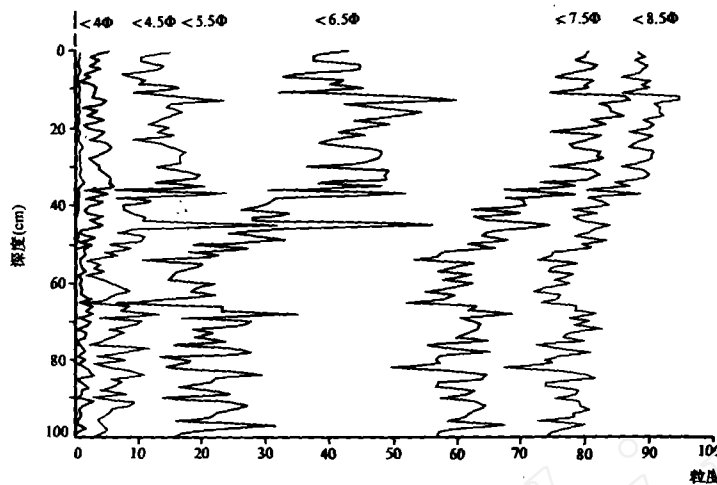
图2 由粗到细粒度(ϕ)百分比分布图

Fig. 2 Sediment grain size percentage distribution on West Taihu Lake

质颗粒在整个钻孔中占主导地位,最明显的变化发生在45 cm处。45 cm以下,细粉砂 6.5ϕ — 7.5ϕ ,及细颗粒(细粉砂及粘土)的含量占到80%以上,而粗粉砂和砂的含量不到20%;45 cm以上,砂的含量由不到1%增加到2%,粗粉砂的含量大幅度地增加, 4ϕ — 5.5ϕ 粒径由不到8%上升到15%,而 5.5ϕ — 6.5ϕ 粒径由不到10%上升到20%,细颗粒却由原先的40%降至20%左右。以上事实表明,45 cm以上,湖底沉积物的粒度明显变粗,水动力条件明显增强。

3.2 化学分析

沉积物中总氮、总磷、有机碳、无机碳及色素的含量均较低(图3、4)。整个钻孔氮的含量基本保持稳定,一般为0.5 mg/g(干样,下同)。总磷的含量在95—85 cm之间为0.55—0.6 mg/g,约85 cm处降至0.4 mg/g,之上到45 cm之间保持在0.45 mg/g,45 cm以上持续下降约10 cm时降到0.22 mg/g,10 cm以上又大幅度上升至0.52 mg/g(图3a)。有机碳含量基本在4—6 mg/g之间,45 cm以上略有增加,表层上升至10 mg/g。总碳在45 cm以下大约为10 mg/g,在35 cm处减至6.5 mg/g,35 cm以上,总碳的含量变化并不显著。无机碳为总碳减去有机碳的含量,以上也就反应了无机碳的含量,在45 cm处由6 mg/g急速降到0.5 mg/g(35 cm以上)(图3b),这显示出在45 cm处,水中碳的来源有了重要的变化,这种碳源的含量对无机碳的变化有明显的影 响。色素的含量在45 cm以下一直较低,Chl a少于0.1 $\mu\text{g/g}$,褐藻色素(Phaeopigment)达到0.1 $\mu\text{g/g}$,45 cm以上持续上升,约在7 cm时,Chl a达到0.5 $\mu\text{g/g}$,褐藻色素约为0.8 $\mu\text{g/g}$,之后迅速上升,在表层Chl a达到5.25 $\mu\text{g/g}$ 时,褐藻色素为4.43 $\mu\text{g/g}$ 。

3.3 硅藻分析

湖底沉积物中的硅藻含量均偏低(图5),有不少样品甚至没有发现硅藻。海相硅藻只出现在60 cm以下,计有*Caloneis formosa*、*Cyclotella striata*、*Consciaodiscus* spp 三种,但在55 cm

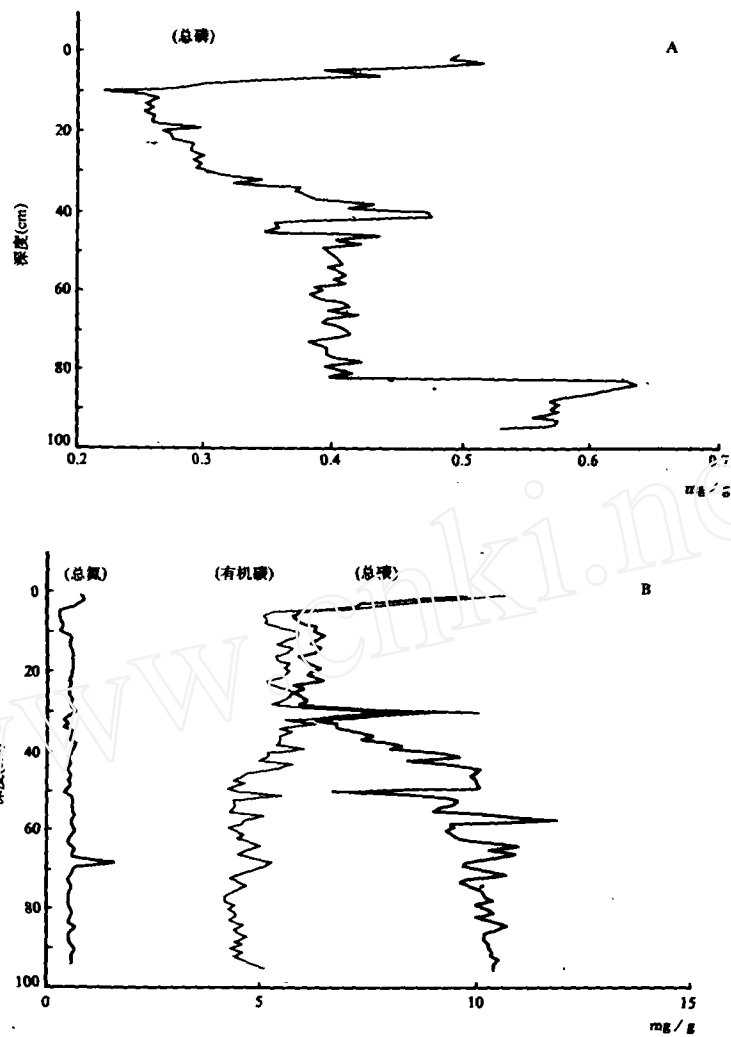


图3 W1孔的总氮、总磷、总碳、有机碳含量图(a,b)

Fig. 3 Concentration of phosphorus(a) and of Total Nitrogen, Carbon and Organic Carbon(b) in the W1 core

以下,也发现有淡水种类,如 *Melosira soochowensis* 出现在 60—80 cm 之间, *Cocconeis placentula* 出现在 75、95 cm 处,及淡水海绵出现在 75—60 cm 之间。总之,在 60 cm 以下,以海相硅藻占优势。在表层样品中,发现了富营养型硅藻 *Cyclotella meneghiniana*, *Gyrosigma acuminatum*。

4 讨 论

全新世时,太湖地区是否存在大规模的海侵问题,也就是说在全新世高温期时,随着全

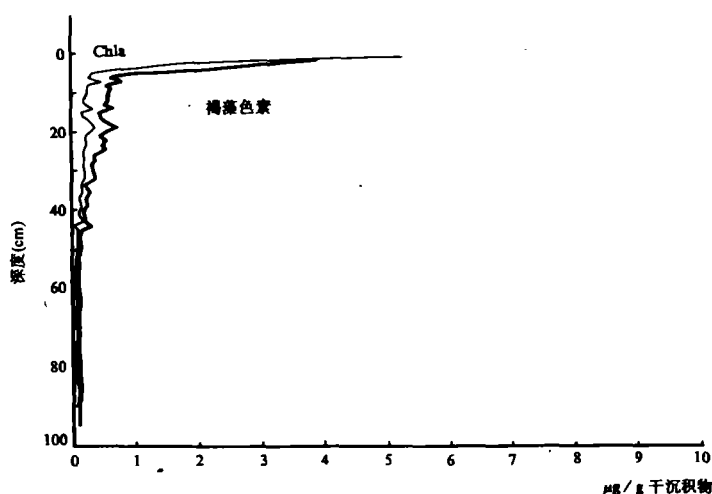


图4 W1孔色素浓度含量图

Fig. 4 Concentration of pigment in the W1 core

球海平面的上升,海水是否侵入太湖一直引起争议。本世纪三十年代初,丁文江、汪胡帧^[19]提出了太湖泻湖成因说,认为太湖是最初由海退遗留下的泻湖经淡化而形成的;之后孙顺才等^[7]认为,太湖的前身并不是一个由海湾演变的泻湖,而是一个由黄土覆盖的冲积平原河道基础上扩大演变而来的,也就是说,全新世时,太湖盆地未遭受到海水侵淹。

首先谈谈W1孔的年代问题,我们在W1孔同一地点,用活塞钻器采得275cm深的W1C孔的底部接近黄土层的顶板。经美国University of Arizona的同位素实验室测试,275cm处的¹⁴C年代为11280±90 a B. P.,与黄土层顶部的11240 a B. P.,的年代相当;而在33cm处所测年代为5020±75 a B. P.,如果其间沉积速率为均匀的话,那么沉积速率为0.3 mm/a。

通过对太湖W1钻孔的微体古生物学分析表明,太湖在全新世时,确实

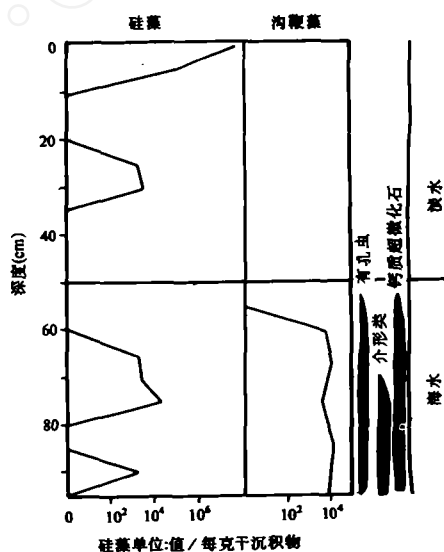


图5 硅藻浓度及超微,沟鞭藻有孔虫、介形类分布图

Fig. 5 Concentration (e.g. Diatom units; Values/g dry sed) of diatom and dinoflagellates and their facies differentiation as well as vertical range of marine foraminifers marine Ostracodes and Coccolithes in the W1 core

受到过海水的影响。首先从硅藻分析来看,钻孔的下部(55 cm 以下,约 5580 a B. P.)发现了海相的硅藻。在钻孔的底部,硅藻群落以近海浮游种类 *Cyclotella striata* 和 *Coenocionodiscus* spp 占优势,从 70cm(约 5970 a B. P.)开始,海相底栖硅藻 *Caloneis formosa* 开始增多,而淡水固着种类 *Cocconeis placentula* 在 60 cm 以上零星出现, *C. placentula* 虽为淡水硅藻,但有很广的适盐度^[4],并且是咸水湖泊中常见的种类^[15,16],在中国沿海也有发现^[17]。75cm 以上,淡水海绵和淡水浮游硅藻 *Melosira soochowensis* 开始出现,这种硅藻也发现在目前的苏州河道中^[18]。

另外,通过其它的古生物化石分析,我们也发现了一些海相化石。如在 50 cm 以下发现超微化石(Coccolith);71 cm 以下,发现海相的介形类(Marine Cladocera),如 *Sinocytherid a impressa* (Brady);51 cm 以下,发现海相的有孔虫(Marine Foraminifera),如 *Aminonia tepida* (Cushman), *Aminonia confertitesta*, *Elphidiella riangsneensis* (Ho, Hu and Wang), *Protelphidium compressum* Zhang。从总的生物群落特征来看,它们都有属种单调,分异度低的特点,如硅藻只有 16 种,且数量不多。

根据以上古生物分析判断,75—45 cm(约 6100—5330 a B. P.)太湖盆地马迹山附近可能属于潮上带至海岸陆地,但仍受海水和河流影响的半咸水环境。而在这以前,可能为浅海环境^①。同样,洪雪晴^[19]、闵秋宝^[20]、马燕^[21]也在太湖及邻近地区的钻孔沉积物中发现了海相化石,这说明了太湖地区确实在全新世时遭受过海侵,之后湖泊经过淡化,才逐渐形成今日的太湖。45cm 以上(约 5330 a B. P.)没有发现海相化石,说明此时咸水已经淡化,同时湖底沉积物颗粒变粗,水动力条件增强,整个湖盆沉积作用不强,以侵蚀、搬运为主。湖盆内生物种群的变化同样反映在沉积物的物理和化学性质上。约从 45 cm 开始,沉积物中砂(< 4 ϕ)和粗粉砂(< 6.5 ϕ)的含量大幅度增加,而细粉砂和粘土的含量均有不同程度地减少,说明当时水动力条件增强,湖流和风浪作用已经成为湖底沉积物沉积与再分布的一个重要因素。无机碳的含量在 45—35 cm 间发生了极大的变化,由 6.5 mg/g(干样)锐减至 0.5 mg/g,这表明水中无机碳的来源发生了重大的改变。水中无机碳一般有两个主要来源:(1)由湖盆周围地区冲刷进湖中而溶解沉积下来;(2)海水的补给。由于湖盆的周围地区冲刷的改变而导致沉积物中无机碳的含量急剧减少的可能性似乎并不大,因为无机碳如此大幅度(> 90%)的降低,代表湖盆周围冲刷几乎等于零,这与实际情况不符,而海水停止补给较适合这种情况。因为海水中有高含量的碳酸氢根,是无机碳的一个重要来源。这种高含量的碳酸氢根受到季节性 pH 值和温度的影响,沉淀于淤泥中,海水补给减少,碳酸氢根来源减少,沉积物中无机碳的含量因而减少,因此无机碳含量的急剧下降可能是海水补给中断。由此推断,45 cm 以上层位,海水逐渐淡化,由海湾变成泻湖,之后逐渐淡化,到完全变成淡水湖泊,这过程大约经过 250 年时间(约 5070—5330 a B. P., 35—45 cm)。约在 35 cm(5070 a B. P.)以后太湖完全为淡水湖。孔深 45 cm 以上,色素含量的逐渐增高,显示出当时的湖泊环境有利于藻类生长,成湖之后,湖盆的水动力条件增强(图 4)。湖底沉积物受到湖流的影响而悬浮于水中,沉积物中的磷可能因此再次溶解于水中,并受湖流的影响而再分布于水中。关于在 45 cm 之上层位中磷含量的变化原因(图 3a),以及在 45—35 cm 之间磷含量的急剧下降

① 杨景荣。西太湖全新世硅藻化石群的研究,待发表。

可能与逐渐中断的海水补给有关。因为海中总磷含量比一般无污染的淡水要高 10 倍以上。这高含量的磷受到季节性钙、镁、pH 值及温度的影响沉积在水中,海水补给逐渐减少,水中总磷含量减少,沉淀于沉积物中的磷因而相对减低,总磷量 45—35 cm 急剧下降可能也是海水补给中断的一种反应。35—10 cm 磷含量降低较为缓慢,总变化在 20% 左右,这可能反应了湖盆周围的环境及冲刷地区的大小。而在 10 cm 以上,由于湖盆周围流入湖中生物污染的增加,导致水中有机磷亦随着增加。由表层磷的含量增加,也可看出近十几年来湖区富营养化的趋势。

这种湖盆内生态系统的变化,可能是区域环境变化的结果。据孢粉分析的结果(详情另文发表),35cm 以上(约 5070 a B. P.),区域植被同样发生了巨大变化,阔叶树种 *Cyclobalanopsis*, *Quercus*, *Castanopsis* 均有不同程度地减少,而 *Pinus*, *Ulmus* 等的含量增加,反应了区域环境的恶化。据上述各项分析结果特征推测,约在深 30—50 cm 之间很可能存在有沉积间断,其断层年代尚待¹⁴C 测年数据。

综合上述,通过对西太湖钻孔的物理、化学及微体古生物分析,从表层 50 cm 以下(5450 a B. P.)至钻孔底部 275 cm(约 11280 a B. P.)处,均连续发现多种门类的海相化石,如钙质超微化石、有孔虫、介形类、硅藻、沟鞭藻等,同时经磷酸盐测定,也确认在孔深 33 cm 以上为淡水,其下为咸水。湖盆由咸水变成淡水,对湖盆沉积物的物理和化学性质产生一系列的反应。由此可见,我们的结果有力地证明了太湖由海湾、泻湖演变而来的说法。

不过,我们虽然支持泻湖说,但对海水侵入太湖的时间和范围持不同的看法:

(1)海水侵入的时间 汤陶强等^[22]研究,约在 10000 年前,海水首先侵入长江和钱塘江谷地,至 9000 年前,海水到达长江三角洲顶部的镇江附近,这时海水已侵入到了太湖地区。洪雪晴^[19]认为,海水约在 8700 a B. P. 沿谷地已到达马迹山附近,太湖北侧在全新世早期已存在泻湖环境,太湖海湾已现雏形。而根据我们的研究,在钻孔的底部 275 cm 处,就发现了大量的海相微体古生物化石,说明早在 11280 a B. P. 海水已到达了太湖马迹山附近,这比以往学者所推测时间早约 2000 年。上述学者提出的 8700 年海侵时间,是根据马圩孔的测年数据(8705±300 a B. P.),该孔位于太湖西北岸,其孔全新世海相层约厚 7 m,而上述测年数据位于该海相层上部约 2—3 m 处,其下尚有 4 m 多厚的海相层年代未测^[19,22,23]。由此可见,海水侵入太湖的时间应早于 8700 年或 9000 年前。晚更新世,特别是盛冰期期间,由于海面大幅度下降,我国东部陆架区大部分成陆,太湖地区则形成一片黄土冲积平原,河谷深切,岗峦起伏,与今日太湖地区面貌迥异。长江、钱塘江及其支流为适应新的基准面也迅速下切,长江河口地区的河床下切—60 m,其支流在镇江一带下切达—37 m,钱塘江河口达—50 m,杭州至湖州为一下切低谷—15—25 m,向北伸进太湖^[19,24]。又据杨怀仁^[25]研究,同一时期我国东部沿海海平面的变化情况是:20000—15000 a B. P. 前是海平面处于最低位置时期,15000—10500 a B. P. 前是海面急剧升降与强烈上升时期,在 15000 a B. P. 前,海平面约在—110 m,到 10500 a B. P. 前后,海平面上升到约—20 m。另据王健等^[26]报道,约在 11500 a B. P. 前后,海平面上升到约—13.4 m,而根据我们孢粉分析的结果,约在 11000 a B. P. 前后,本地区的气候已变得相当温暖,与此时的海平面的变化是一致的(另文发表)。由此可见,约在 11000 a B. P. 前,海面升高高度已超越本区河口下切深度,因此海水沿着上述下切河谷

进入太湖是顺理成章的。近日,固成湖研究结果^①也表明,约在 9600 a B. P. 前,海水已侵入到位于太湖西部宜溧丘陵地区的固城湖。而太湖距海近,地势低,既然 9600 a B. P. 前海水可向西侵到固城湖区的丘陵地带,那么 11000 a B. P. 前海水完全有可能侵入太湖盆地。

(2) 关于全新世高海面时海水侵入太湖的范围 太湖成因于泻湖说的学者多认为全新世高海面时,我国沿海地区发生最大海侵,整个太湖全被海水淹没。但据我们这次研究表明,仅在西太湖发现各种门类海相化石,而在东太湖钻孔中均未发现海相化石,并且 6500 a B. P. 的淡水湖相沉积物直接覆盖在 15800 a B. P. 的硬土层上,这层硬土层质地致密,含水量明显低于上覆沉积物,并且含有植物根系,与发现于 Manitoba Lake 的块状结构极为相似 (Last et al., 1981),无疑是长期曝露地面的结果。另据 827 孔^[27]微体古生物学研究表明,在苏州渡村一带没有全新世海相沉积,该孔位于东太湖西北边缘处。由此看来,海水虽早在 11000 a B. P. 前就已侵入西太湖,但其淹没的范围并不大,可能长期保持太湖海湾的形式,也就是说,海水侵入的范围仅限于太湖西部的狭窄地带,如洪雪晴^[19]图 7b 所示,即使在全新世高海面时,海水淹没的范围要大些,但也不曾象以往学者推测的海侵范围那么广,东太湖长期保持陆相环境,这就是当时本区为什么既有海水侵入,又有大量考古遗址存在的原因。

5 结 论

通过对太湖湖底沉积物的物理、化学和微体古生物学分析研究,证实了在全新世时太湖盆地确实受过海侵。海侵的时间约为 11200 a B. P. 前,海侵的范围不象以往学者认为的那么广。东太湖可能从来就没有遭受过海侵,现代的太湖是海退后遗留下来的泻湖经过不断淡化而形成的。这种淡化过程,对湖盆和生态系统产生重大影响。淡化后的太湖一直保持在中一贫营养型湖泊,太湖局部水域富营养化问题只是近几十年的事^[28]。

致谢 本项研究工作得到了中国科学院国际合作局、美国国家环境保护署全球变迁项目 (CR-817589)、中国科学院南京地质古生物研究所及其开放实验室的资助。野外工作得到了中国科学院南京地理与湖泊研究所的帮助,沉积物的粒度由南京师范大学地理系分析,化学分析由密执安大学 Donna Francis 承担,超微化石、有孔虫、介形类和磷酸盐的资料分别由中国科学院南京地质古生物研究所钟石兰、廖宁、孙惠春、杨恒仁及王子玉等提供。美国国家环境保护署的 Dr. Ronald Rossmann 也提供不少有益的建议,本文的图件由 Ms. Melody Chen 绘制,我们对上述单位和个人一并表示感谢。

参 考 文 献

- 1 Chang, W. Y. B., Large lakes of China. *J. Great Lakes Research*, 1987, 13, 235-249.

① 羊向东未发表资料。

- 2 陈吉余等. 长江三角洲的地貌发育. 地理学报, 1959, 25(3).
- 3 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(6): 744—752.
- 4 韩友松、孟广兰、王少青. 太湖平原第四纪古地理环境演变若干问题的讨论. 海洋地质与第四纪地质, 1987, 7(1).
- 5 孙顺才、王苏民、郑长苏. 中国湖泊地貌与湖泊沉积学研究概况. 湖泊科学, 1989, 1(1): 12—20.
- 6 中国科学院南京地理与湖泊研究所湖泊室编著. 江苏湖泊志. 南京: 江苏科学技术出版社, 1982.
- 7 孙顺才、伍贻范、董本凤. 太湖平原地区湖泊分布及成因. 见: 太湖流域水土资源与农业发展远景研究. 北京: 科学出版社, 1988, 45—55.
- 8 郑长苏、王苏民、孙顺才. 关于太湖的成因、演变的探索. 太湖琵琶湖文集, 1987, 15: 1—2.
- 9 Barttarcbe, R. W., Diatom Analysis. In: B. E. Berglund ed., Handbook of Holocene paleoecology and paleohydrology. Wiley & Sons Ltd. 1986.
- 10 Yang, J. R., Late Miocene fossil diatom flora from Yiliang, Yunnan, China. *Acta Micropaleontologica Sinica*, 1988, 5(2): 153—170.
- 11 Swain, E. B., Measurement and interpretation of sedimentary pigments. *Freshwater Biology*, 1985, 15: 53—75.
- 12 Chang, W. Y. B., The influence of phytoplankton composition on the relative effectiveness of grinding and sonication for chlorophyll extraction. *Hydrobiologia*, 1982, 88: 245—249.
- 13 丁文江、汪湖榘. 太湖之构成与退化. 水利月刊, 1936, 11(66).
- 14 Beaver, J., Apparent ecological characteristics of some common freshwater diatoms. Waste Quality Branch, Ministry of the Environment, 1981.
- 15 Roux, M. S. Servant-Vildary and M. Servant Inferred ionic composition and salinity of a Bolivian Quaternary Lake as estimated from fossil diatoms in the sediments. *Hydrobiologia*, 1991, 210: 3—18.
- 16 Servant-Vildary, S. and M. Roux., Multivariate analysis of Diatom and water chemistry in Bolivian saline lakes. *Hydrobiologia*, 1990, 187: 257—290.
- 17 金德祥、程兆繁、林为良、刘师成. 中国海洋底栖硅藻类(上册). 北京: 海洋出版社, 1982.
- 18 Skvortzov, B. W., China media prop shoochow in aquas stagnales. *Proc. Soc. Mat. Hist. Blnogr.*, 1964, 2: 12—20.
- 19 洪雪晴. 太湖的形成和演变过程. 海洋地质与第四纪地质, 1991, 11(4): 87—98.
- 20 闵秋宝. 淀山湖太湖形成的古生物证据. 地理研究, 1987, 6(4): 26—35.
- 21 马 燕、郑长苏. 太湖全新世海相硅藻化石的发现及其意义. 科学通报, 1991, (21): 1641—1643.
- 22 陶 强、严钦尚. 长江三角洲南部太湖地区全新世海侵和沉积环境. 见: 长江三角洲现代沉积研究. 上海: 华东师范大学出版社, 1987.
- 23 郑祥民、严钦尚、郭善民. 长江三角洲南部晚更新世晚期风成黄土与地层. 见: 长江三角洲现代沉积研究. 上海: 华东师范大学出版社, 1987.
- 24 王富葆、韩辉友. 三万年前后太湖平原变化中的若干问题. 第四纪研究, 1990, (1)
- 25 杨怀仁、谢志仁. 中国东部近 20000 年来的气候波动与海面升降运动. 海洋与湖沼, 1984, 15(1).
- 26 王 健、刘泽纯、孙世英、郑 健. 江苏海域 13 万年以来海面变化过程的定量重建及我国沿海海侵的年代与对比问题. 见: 第四纪沉积与环境变迁. 南京: 东南文化杂志社, 1991.
- 27 杨怀仁、王 强、杨达源. 太湖 827 孔微体古生物研究及其环境变迁. 海洋地质与第四纪地质, 1988, 8(2).
- 28 Chang, W. Y. B., The onset of accelerated eutrophication in lake Tai, China. *Hydrobiologia*, 1993.

EVOLUTION IN TAIHU LAKE ECOSYSTEM AS EVIDENCE OF CHANGES IN SEDIMENT PROFILES

Chang, W. Y. B.^{1,2)} Xu, X. M.^{1,4)} Yang, J. R.³⁾ & Liu, J. L.⁴⁾

1) *Center for Great Lakes and Aquatic Science, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan 48109, U. S. A.*

2) *Division of International Programs, National Science Foundation, Washington, D. C. 20550, U. S. A.*

3) *Department of Biology, Waterloo University, Ontario N2L 3G1, Canada*

4) *Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing, China*

Abstract

Taihu Lake, one of the five largest freshwater lakes in China, is situated in the middle of the Yangtze River Delta, which is inhabited by more than 100 million people and provides one seventh of China's Gross National Product. Marine and brackish organisms found at the bottom (275cm, about 11280 a B. P.) of the sediment core indicates that sea water intruded to the lowland areas and river valleys of the present western Taihu Lake during the last major rise in sea level. The sea water intrusion to Taihu Lake occurred 2000 years ago earlier than previously indicated. Evidence also shows that sea water intrusion was limited, affecting only a part of the present Taihu Lake.

Evidence from the lake sediment analysis suggests that this lake underwent major changes from a brackish to a freshwater environment between 5000 and 5300 a B. P. Major changes in sediment were noted between 35—45cm (5070—5330 a B. P.) reflecting a period during which inorganic carbon was drastically reduced, primary production (Chl.a and pigments) increased significantly, and many marine and brackish organisms disappeared and were replaced by freshwater forms. This evidence indicates that prior to 45cm, Taihu Lake received constant inputs of sea water, and perhaps existed as a bay or an estuary. After that period, the water gradually became fresh. At depths above 35cm, Taihu Lake turned completely lacustrine under increasing impact of wind-driven lake currents, and expanded substantially to reach its present size. This lake was oligotrophic, the eutrophic conditions in the present lake developed during recent decades as a result of increased nutrient loadings.

Key Words Taihu Lake, holocene, sedimentary facies