

普陀山全新世陆相地层的发现及其意义

季幼庭 徐映深 陈晓明 高中和 秦承昌

(江苏省地震局)

提 要 作者在普陀山发现分布于现代海平面以上的全新世陆相地层, 为研究全新世沉积环境、海岸线变迁、新构造活动等提供了重要资料。

关键词: 浙江省普陀山 全新世陆相地层 地质意义

前 言

普陀山是我国著名的佛教圣地, 位于浙江省宁波市东面的舟山群岛之中(图2)。笔者1988年在地震科学联合基金会资助课题的野外调查中, 于普陀山飞沙岙北坡海湾西侧发现了残留的全新世湖沼相地层分布(照片1、图1), 进行了地层、古生物研究和 ^{14}C 年龄测定。由此, 找到了普陀山在全新世仍处于隆起上升的直接证据, 为研究全新世沉积环境、海平面变化、海岸地貌的形成和浙东沿海地区断块差异升降活动等提供了重要依据。

一、全新世陆相地层的发现

在普陀山飞沙岙北坡海湾湾口西侧岸坡和岸边, 于现代海平面高潮位以上, 风成沙之下残留有厚达2 m以上的褐色淤泥质粘土(图1、照片1), 靠近岸边有出露于海面上的泥

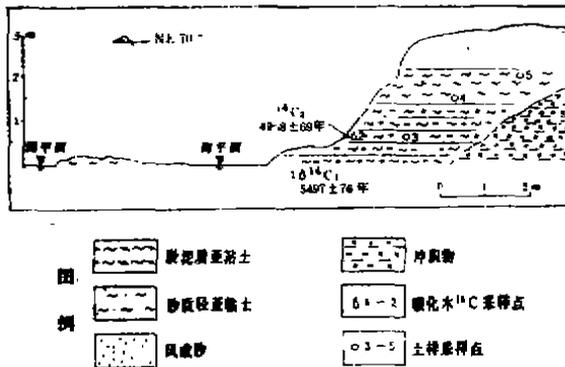


图1 普陀山飞沙岙全新世陆相地层剖面图
Fig. 1 Profile of Recent terrigenous deposit at Feishao of Putuo Island



照片1 普陀山飞沙岙海湾西侧湖沼相地层
Picture 1 Deposit of limnetic facies at the west gulf of Feishao, Putuo Island

• 本项研究得到国家地震局地震科学联合基金的资助。

礁,湾内潮间带沙滩上有许多被潮水冲刷上来的大小不等的碳化木碎块。岸边残留的褐色淤泥质粘土可分为上、下两层,下层可见厚度在海面以上至1.4m高度(海面以下的厚度不详),为深灰褐色淤泥质粘土,内有一些铁锰团块,中间夹杂着数量很多的半碳化树木和树木种子,半碳化树木直径一般为20~30cm,大者可达90~70cm,在高潮线以下采集的半碳化树木(退潮时采样)样品 $^{14}\text{C}_1$ 测年为 5497 ± 79 年B. P.,距海面以上90cm处采集的碳化木样品 $^{14}\text{C}_2$ 测年为 4950 ± 69 年B. P.;上层厚约70cm,为暗绿色于泥质含粉沙质轻亚粘土,中间夹有少量的半碳化树木,直径一般10~20cm,碳化程度比下层稍低。地层走向为 $\text{N}25^\circ\text{W}$,倾向NE,倾角 5° 。在该地层中采集3个土样标本(采样位置见图1),其中3号、5号样品(4号未送)进行了古生物分析,¹⁾发现有Nitalla、SP(丽藻未定种)和许多羽纹目硅藻,保存完好。由于在采集的样品中仅保存有Nitalla的藏卵器印膜,未保存有营养体,所以,未能可靠地鉴定到种。Nitalla为世界性分布的现生属,生活于中酸性或中性水中,绝大多数属淡水种,而羽纹目硅藻则是生活在现代淡水湖泊中的现生属。同时在样品中没有发现有海相有孔虫(如毕克卷转虫Ammonia beccarii等)等化石。由此确定普陀山飞沙岙北坡岸边残留的褐色淤泥质粘土为全新世湖沼相沉积层(Q_4^{H})。

二、全新世海平面波动和杭州湾沿岸的沉积环境

据海洋调查资料,大理(玉木)冰期晚期亚冰期极盛时期(约距今15,000年前)海水退到现在东海大陆架的前缘-155m水深线附近。大理(玉木)冰期后,世界气候开始转暖,发生了全球性的冰后期海侵,海平面急剧上升,到距今12,000年前达到现在水深-110m的位置上;到了距今11,000年前海面上升达到-60m的位置,约距今10,000年前后,海平面位于0~-20m的高程。目前,对于全新世最大海侵的时间和最高海平面高度,认识不尽完全一致,但绝大部分的学者认为距今8,000~7,000年海平面高出现今海平面2~4m⁽¹⁻⁷⁾。作者从全新世海相地层的分布、贝壳埋深、考古资料分析和现代形变测量资料等分析计算得出,距今7,500年前后是全新世最大海侵时期,海平面高出现今海面2.8m⁽⁸⁾。此后至今,海面曾出现过几次小幅度波动,但总体呈缓慢下降趋势,直至现今海平面位置。

沿海地区全新世沉积环境受到古地理环境、古气候、沉积物来源、海平面波动和现代构造活动等诸因素的控制,而杭州湾沿岸的全新世沉积环境受海平面波动的影响尤为明显。晚更新世末期,杭州湾沿岸一带为一平坦的台地平原,川流水侵蚀作用为主,沉积了2~4m厚的陆相粘土层(“硬土层”),除河谷地区缺失外,分布稳定,埋深约在-20~-30m之间。而全新世以来海平面即在现今海平面位置上下波动,全新世底部的海相沉积层(Q_4^{H})直接覆盖在晚更新世“硬土层”(Q_3^{S})之上,整个全新世以来杭州湾沿岸都处在海陆交替变化过程中(表1)⁽⁹⁻¹²⁾。

杭州湾北岸沿海海积平原中全新世地层中只保存了3个海侵层序列,而缺失大沽塘海侵沉积层。这是由于在人类历史时期以来,形成的杭州湾喇叭口海湾,产生了束水集能效应,在强大的东海潮流和南汇咀沿岸流的共同作用下,杭州湾北岸受到强烈冲刷⁽¹³⁾,自公元11~12世纪以来,由南宋到明、清的数百年内岸线后退40多 km^2)。而杭州湾南岸堆积,余姚

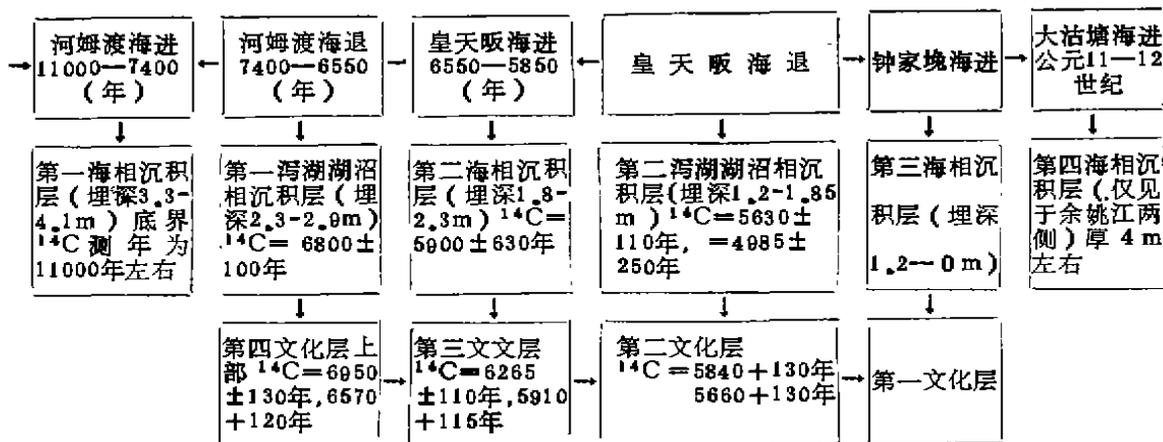
1) 中国科学院南京地质古生物研究所鉴定

2) 复旦大学, 1972。

沙咀快速向海延伸。

表1 余姚河姆渡文化层与全新世海平面波动

Tab. 1 Mudu sites at yuyao river and the fluctuation of Recent sea level



注：¹⁴C测年数据未经树轮校正

杭州湾沿岸海积平原全新世以来直接处在海平面波动的影响下，海水进退对沉积环境的影响很大，交替沉积了一套厚达20—30m的海相和泻湖湖沼相的沉积地层。而普陀山全新世湖沼相地层的时代相当于皇天海退时期，却沉积了一套陆相地层，据此推测距今5000年前后的皇天畝海退时海平面约低于现今海平面2m左右。

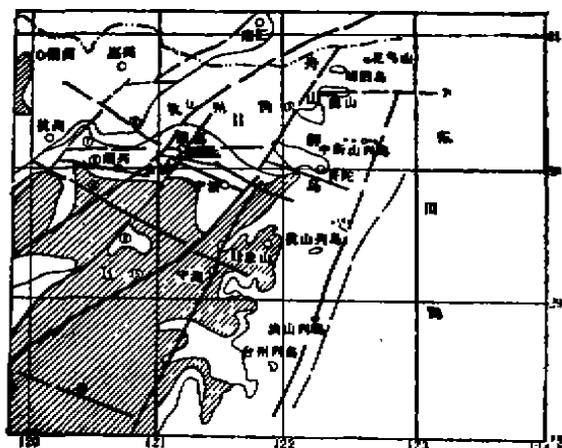


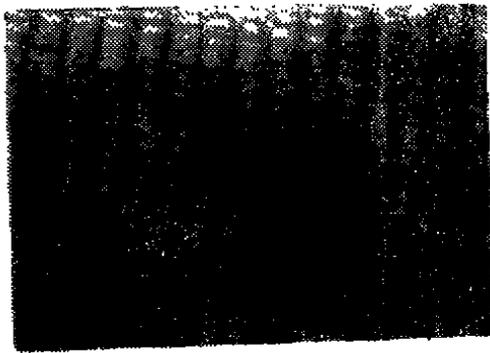
图2 浙东沿海地区新构造活动概略图
Fig.2 Summary of neotectonic movement at the coastal area of east Zhejiaang

三、浙东沿海地区新构造活动特征

浙东沿海地区是中生代火山岩大片出露的地区，燕山运动时形成的NNE、NE、EW、NW和NWW向断裂构造成了主要的断裂构造格架，将浙东沿海地块切割成许多菱形块体，控制了中生代晚期到新生代以来的地质发展进程(14-18)(图2、照片2)。

上述断裂在新生代以来都有程度不同的活动表现，在这一地区的重大工程的可行性研究中对断层活动性曾作过专题研究(这里不再复述)多处发现这些断裂切割N—Q₃地层的证据和受断裂控制的大面积的基性玄武岩的喷发等。

晚第三纪以来的新构造运动主要表现



照片2 舟山市普陀山区惠民桥NW向断裂切割NEE向断裂

Picture. 2 The rift of NW at Huiminqiao area of putuo Island cuts the rift of NEE

为在中生代构造格架的基础上的断块差异升降运动，使大面积的隆起和拗陷进一步发展和分化。沿宁波—杭州一线（昌化—宁波东西向断裂）是浙东沿海一条醒目的构造地貌界线，新构造运动在其南北两侧形成明显的差异，北侧为杭州湾断陷盆地，南侧为四明山—小将隆起，高差达千米之多。近东西向展布的肖甬平原，海拔高度一般只有5—10m，海积平原直抵四明山下。上第三系沉积了一套厚度很大的湖相沉积和红色碎屑岩堆积，中间夹有多层玄武岩，在长河凹陷内，厚度可达1400m以上。第四系广为发育，但厚度不大，由西向东第四系沉积厚度50—110m，其中，全新世地层的厚度就达25—30m。由上第三系至第四系沉积地层的厚度和地层内部反映的旋回和韵律特征，显示出杭州湾拗陷在大面积整体沉降过程中，有过间歇性的振荡运动。由于受断裂活

动的影 响，在肖甬平原内部形成了一系列北东—近东西向的凸起和凹陷，但总体上继承了早期的断块活动特征；而宁波—杭州一线以南，则为大面积的隆起上升区，高山耸立，河谷深切，海拔高度多在600—1000m以上，在中低山区普遍发育4—5级剥夷面（最低一级剥夷面为新构造期产物）和3—4级阶地及成层的岩溶（或海蚀台地）分布。由南向北，同级剥夷面和阶地的高度存在下降的趋势，反映出大面积的隆起上升区具有由南向北的掀斜特征。

由西向东，穿越NNE向的余姚—丽水断裂、镇海—温州断裂，可以清楚的看出上述隆起上升区形成了明显的地貌断阶，镇海—温州断裂以西为四明山—小将隆起的中低山区，而以东则为象山—花鸟山隆起的低山、丘陵区。

四、浙东沿海海岸地貌景观的形成

浙东沿海东部，北自嵊泗县花鸟山，南至苍南县七星岛，岛屿星罗棋布，共有大小岛屿约1920个之多，列为串珠。海岸线曲折，港湾众多，海角溺谷相继组成半岛和岛屿的低山丘陵，坡复陡然入海。凡此种种，浙东沿海东部的海岸地貌在形态上呈现出里阿型沉降岸线的特征。

沿海地区，海岸地貌是海、陆相互作用的最终表现，是水动型和陆动型标志混杂和迭加的产物。浙东沿海东部岛屿都分布在沿岸到现在海面水深—20m等深线范围内，由图2可见，这些岛屿分布在中街山列岛—韭山列岛断裂的西侧花鸟山—象山隆起之上，而在该断裂东侧的浙东沿海断陷区则不见踪影。由此，可清晰的看出，全新世以来，浙东沿海的构造活动是处在全新世海侵（水动型）大幅度变化的背景下进行的，构造活动具有继承性特点，由普陀山全新世陆相地层的出露，这就找到了全新世以来花鸟山—象山隆起仍处于继续抬升过程中的地质证据，但抬升的幅度小于海平面上升的幅度，呈现出浙东沿海被淹没、岛屿星罗棋布的景观。实质上，浙东沿海东部岸线是一条复式岸线。（17）³

3) 冯怀珍，浙江海岸地貌初步观察，杭州大学地理系

参 考 文 献

- [1] 冯怀珍等, 1986, 全新世浙江的海岸变迁与海面变化, 杭州大学学报, 13(1)。
- [2] 秦蕴珊等, 1986, 中国海平面变化(论文集), 海洋出版社。
- [3] 赵希涛, 1984, 中国海洋演变研究, 福建科学技术出版社。
- [4] 耿秀山, 1981, 中国东部晚更新世以来海水进退, 海洋学报, (1)。
- [5] 王靖泰等, 1980, 中国东部晚更新世以来海面升降与气候变化的关系, 地理学报, (4)。
- [6] 杨怀仁等, 1985, 中国东部第四纪海面升降、海侵海退与岸线变迁, 海洋地质与第四纪地质, (1) 1985。
- [7] 汪品先等, 1981, 我国东部第四纪海侵地层的初步研究, 地质学报, (1)。
- [8] 徐映深等, 1989, 下扬子地区全新世海平面变化特征的初步研究, 地质学刊, (3)。
- [9] 梅福根等, 1982, 七千年前的奇迹—我国河姆渡古遗址, 上海科学技术出版社。
- [10] 郎鸿儒, 1987, 浙江余姚河姆渡新石器时代遗址与全新世海面的变化, 浙江地质, 3(1)。
- [11] 吴维棠, 1983, 从石器时代文化遗址看杭州湾两岸全新世古地理, 地理学报, 38(2)。
- [12] 严钦尚等, 1987, 杭嘉湖平原全新世沉积环境的演变, 地理学报, 42(1)。
- [13] 季幼庭等, 1988, 上海金山深水槽两侧第四纪地层错断现象的分析, 地震地质, 10(2)。
- [14] 浙江省地质局, 1980, 1/20万嵊泗幅、余姚、定海幅、宁波幅、沈家门幅区域地质调查报告。
- [15] 唐锦铁, 1989, 下扬子地区新构造运动与地震活动的关系及其潜在震源区, 地震学刊, (3)。
- [16] 焦荣昌, 1987, 东海—舟山—国头断裂带的控制作用及其向陆区延伸问题的探讨, 上海地质(1)。
- [17] 任美镔, 1985, 第四纪海面变化及其在海岸地貌上的反映, 海洋与湖沼, (3)。

DISCOVERY OF RECENT TERRIGENOUS DEPOSIT IN PUTUO ISLAND AND ITS SIGNIFICANCE

Ji Youting, Xu Yingshen, Chen Xiaoming,
Guo Zhonghe and Qing Chengchang
(Seismological Bureau of Jiangsu Province)

[Abstract] Recent terrigenous deposit which distributed above the modern sea level in Putuo Island is discovered. This provides important evidence for the study of Recent depositional environment, coast line variation and neotectonic movement.

[Key words] Putuo Island in Zhejiang province; Recent Terrigenous deposit; Geologic significance