

福州湾的演变与台湾海峡西岸的陆架海侵*

王绍鸿

(中国科学院海洋研究所)

“福州湾”一词,首先由林观得先生于1958年提出^[1],1977年祁国琴根据福州以西二十二公里的昙石山新石器遗址中发现的兽骨的研究,认为“当时遗址距海不会太远,那时候,福州一带可能是一个大海湾”^[4]。笔者近年来曾对福州盆地及其附近地区的一些钻孔进行过微体古生物的分析研究,有关资料表明,全新世中期福州盆地是一个与外海相通的半封闭海湾。福州湾的存没之变与台湾海峡西岸的陆架海侵^[15]密切相关,因此它亦可反映台湾海峡全新世海平面变化的一般情况。

一、福州盆地与闽江口第四纪地层及古生物

福州盆地位于闽江下游。西起闽侯县竹岐,东至福州马尾港以下的大屿。盆地北部的山地即为其北界。盆地南部有三条支流北入闽江,其下游的三个小平原向南突出,使南界略成锯齿状。由于受NW和NE向两组构成线的控制,盆地稍呈菱形状,面积约680km²,为福建省最大的一块平地,故亦称为福州平原(图1)。

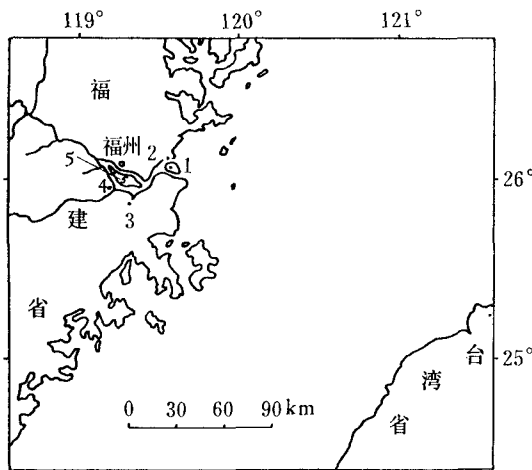


图1 研究区与主要钻孔位置

1.琅岐孔; 2.增头孔; 3.坑田孔; 4.祥谦孔; 5.上雁孔。

盆地四周的山地,如北部的七星坪、笔架山,西南部的大王池山、石笋山、旗山,南部的大帽山、五虎山,东部的鼓山、柯坪山,都在600m以上,最高的逾千米。山地与平原之间坡折明显,界线分明(图2)。

福州盆地的第四纪地层,在近山处厚度很小,至盆地中部厚度加大。据福建省水文工程地质队钻孔资料,盆地内及闽江口区,厚度大者为66m、小的仅20m左右;南台岛西北部的上雁孔第四系厚57.7m;福州西湖西北部的ZM18孔仅21.4m;闽侯县的祥谦孔厚39.1m。盆地东南角的坑田孔厚31.5m;上雁孔

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第981号。

本所郑守仪、郭玉洁、马绣同先生对有孔虫、硅藻、软体动物标本的鉴定给予帮助;韩有松参加野外取样;傅钊先清绘图件;福建省水文工程地质队提供岩芯样品;福建师范大学林观得教授审阅文稿并提出宝贵意见,均此致谢。

收稿日期:1982年5月12日。

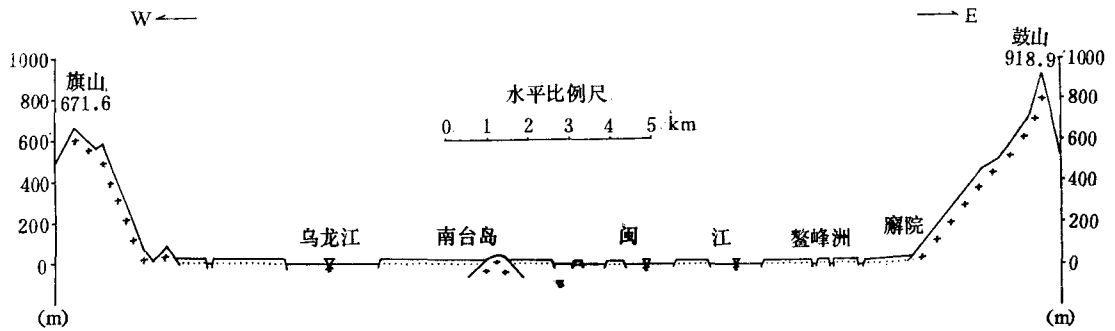


图2 福州盆地近东西向地形剖面略图

和祥谦孔可作为盆地的两个代表孔。闽江口北岸的瑄头孔第四系厚约 25m; 琅岐岛上的琅岐孔厚 65m, 可作为闽江口区的一个代表孔。

综合福州盆地及闽江口有关钻孔第四系岩芯的岩性特征、古生物资料和 ^{14}C 年代数据, 可将本区第四系概括为 10 个岩性层, 划分为 4 个时期 (图 3), 自下而上分别为:

上更新统 灰白至黄色的冲积或洪积的砾石层、中粗砂以至粉细砂、在闽江口该统上部过渡为褐色的泥质粉砂和粉砂质淤泥。本组包括 5 个岩性层, 厚 3—36.7m, 未见有生物化石, 不整合地覆盖在中生代花岗岩之上。

下全新统 黑色至灰色湖沼相的淤泥、粘土, 在盆地西部闽江沙岛上过渡为砂质粘土, 普遍含有大量植物碎屑和炭化木, 有的形成为薄层泥炭, 但未见海相生物化石, 厚 2—7m。

中全新统 黑灰色的海相或海陆过渡相的淤泥及砂质粘土或细砂, 普遍含有海相硅藻, 闽江口区还含有丰富的有孔虫及海相软体动物, 海胆刺、藤壶等海相生物化石。本统包括 3 个岩性层, 厚 8—36.6m。

上全新统 黄色至棕色的冲积砂质粘土与细砂, 还有洪积物, 多被人类活动改造, 厚 1.5—5.0m。

本区第四纪绝对年代数据较少, 只有祥谦孔淤泥层的 17m 和 32.9m 两处测得 ^{14}C 年代, 分别为距今 8040 ± 110 年和 8790 ± 115 年^[6]。从地层岩性和生物化石判断, 这个层位应属中全新统, 但其底部 (33.7m) 的年代大于 8800 年。这比辽南^[1]、渤海湾沿岸^[16,21]等地的中全新统底部年代偏老 800 年以上。造成这种情况的原因可能有二: (1) ^{14}C 测年数据偏老; (2) 8800 年前海水已经影响本区, 开始海陆过渡相沉积。由于目前只有一个孔两个 ^{14}C 数据, 尚难断定是哪个原因, 因此暂把这个层的底部年代定为距今 8000—9000 年^[3]。中全新统与早全新统的分界年代为距今 2500—3000 年, 早全新统与晚更新统分界年代为距今 11,000 年。

在本区第四纪地层中, 只有中全新统含有比较丰富的海相生物化石, 该地层从海边向内陆, 厚度逐渐变薄, 生物种类也由多变少。盆地内少数钻孔发现有个别有孔虫壳体, 在闽江口钻孔的 50g 干沉积物中, $>0.10\text{mm}$ 的有孔虫壳体达 228 个以上, 计有 37 个种。有孔虫化石群的复合分异厚度 $H(S)$ 为 2.59。根据有孔虫群的组合特征, 主要优势种^[3]在东海的分布情况以及分异度值判断, 该处当时可能是近岸浅海环境, 水深最大可达 40m

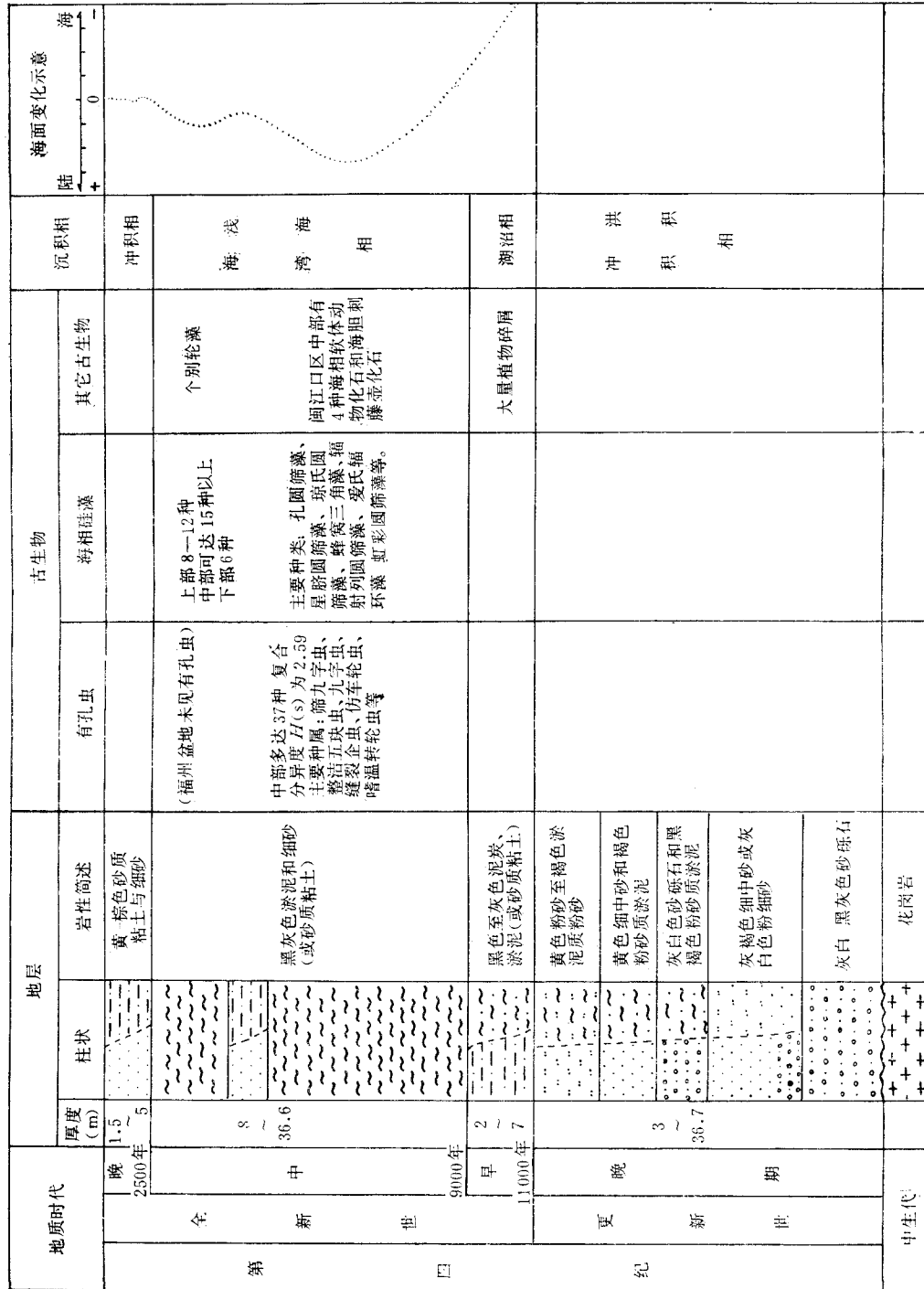


图 3 福州盆地与闽江口第四系综合图

左右。同一层位还有生活于浅海至潮间带的软体动物化石,如织纹螺 *Nassarius* (Hima)、褶牡蛎 *Ostrea pliatula* Gmelin 和一些小双壳类,还见有海胆刺和藤壶。

硅藻在中全新统中的分布范围比有孔虫更广,延续时间更长。闽江口硅藻化石非常丰富,在福州盆地也十分普遍,而且自下而上呈现少—多—少—较多的起伏。在出现有孔虫的层位中,硅藻也最丰富。琅岐孔该层的 50g 干沉积物中,壳径 $> 0.1\text{mm}$ 的硅藻在 15 种以上(浮游 8 种、底栖 7 种)。其中,13.3% 的种是外洋性或外海、近海皆有者,如虹彩圆筛藻 *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehr. 和辐射列圆筛藻 *Coscinodiscus radiatus* Ehr. 硅藻的大多数是近岸性的广布种,如星脐圆筛藻 *Cos. asteromphalus* Ehr., 琼氏圆筛藻 *Cos. jonesianus* (Grev.) Ostf., 爱氏圆环藻 *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs 和蜂窝三角藻 *Triceratium favus* Ehr., 另见一种淡水硅藻——窗纹藻 *Epithemia* sp.。硅藻组合的生态特征,反映了该层沉积时为近岸浅海环境,并有淡水流入。在福州盆地中,全新统中部的海相硅藻种类比闽江口区少了近一半,而且外洋性和外海、近海皆有的种不见了,全部为沿岸种。在祥谦孔中,全新统中部的 8 种海相硅藻中(浮游 4 种、底栖 3 种,底栖浮游皆有者一种),均为近岸与河口种。还有一种淡水种——雅致双菱藻 *Surirella elegans* Ehr.。

中全新统上部未见有孔虫,海相硅藻也减少了,淡水和半咸水的硅藻却增加了,如冰岛直链藻 *Melosira islandica* O. Müll. 和连结脆杆藻 *Fragillaria construens* (Ehr.) Grun., 同时还发现了个别轮藻。反映了海水影响的减弱和淡水作用的加强,海相性的降低说明发生了海退。

从整个中全新统 31 种海相硅藻来看,大多数是广温性种,其中有 6 种是台湾海峡的广布种,有些种主要是热带和暖温带种,如纯棘根管藻半棘变种 *Rhizosolenia hebetata* var. *semispina* (Hens.) Grun 和琼氏圆筛藻 *Cos. jonesianus* (Grev.) Ostf., 说明当时水温不会低于现在。祁国琴根据昙石山新石器遗址中发现的印度象、水鹿化石,以及从它们现在的分布范围推断:“当时昙石山一带的气候要比现在稍为温暖。估计和现在的闽南、广东以及滇南的气候差不多”^[4]。闽南沿海全新统孢粉的分析研究表明,中全新世前期“气候条件最为潮湿暖热,其温度比现在要高一些,而湿度要大得多”,然其后期“气候条件仍较湿热,但干燥得多”^[7]。

中全新统沉积时,福州湾海水的盐度不会很高。这可能和福州盆地的自然地理条件有关,盆地四周为山,只靠一条狭窄的闽江河谷与外海相通,特别是闽安镇上下,山高水深,河宽只有 500—600m^[9],海水进入量受到一定限制。而自西向东横贯盆地的闽江水量却相当大,据竹岐水文站多年统计资料,闽江多年平均年迳流总量可达 556.6 亿立方,超过我国第二大河——黄河的年迳流总量(442.8 亿立方)^[43]。据计算,沿闽江上溯的潮流总量,在马尾港白岩潭站为 949 亿立方/年,闽江北港出口的马江为 304 亿立方/年,福州魁岐为 108 亿立方/年,福州市的江南桥全年已无涨潮流。夏季汛期时,闽江淡水作用占优势,小洪水(流量小于 3500m³/s)时,魁岐已见不到涨潮流,当流量为 8000—10,000m³/s 的中洪水时,马尾以上亦无涨潮流^[43]。闽江口冬季的海水盐度在 26‰ 左右^[9],夏季则还要低些,故沿江上溯的潮水盐度亦不会超过 26‰。中全新世福州湾水的盐度可能与今日闽江口的盐度相近或更低些。

中全新世福州湾的土壤和水的 pH 值可能比较低,为酸性以致强酸性,这可从福州盆

地现代的情况进行推断。盆地四周山地普遍发育为强酸性的红壤和黄壤,平原区的水稻田土壤也是酸性的。以闽侯县祥谦公社为例^[40],未开垦的山地黄壤 pH 值为 5—4.3,红壤为 5—4.5。低丘缓坡和山麓已耕作的中度熟化红壤 pH 值为 5—5.5。发育于红壤和黄壤上的水稻土 pH 值为 5—5.5;发育于冲积物上的水稻土,深 1 m 以上 pH 值为 4.5—6;发育在闽江南港冲积物(沙洲)上粉砂壤粘质水稻土,常受洪水和潮水的淹没,仍具河流冲积物特征,pH 值从表层的 5.5,往下降低,至 60cm 处为 4.5。福州一般水稻田 pH 为 5.0,精耕细作的高产田则仍在 6.5 之下^[9]。中全新世气候暖热潮湿,红壤化作用比现在更强烈,因此当时土壤和水中的 pH 值可能比现在还要低。

低盐的酸性环境,显然不利于有孔虫的生存及其壳体的保存;砂质的有孔虫虽耐酸性强些,但壳体比较脆弱,故也不易保存。然而硅藻的生存和保存可以不受影响,这也许是福州盆地可见大量海相硅藻,而仅见个别有孔虫的主要原因。

二、福州湾存没与台湾海峡西岸的陆架海侵

福州盆地和闽江口区第四系厚度较小,各钻孔均未见到晚更新世以前的地层。这表明中生代花岗岩侵入之后,这地区的地壳长期处于上升剥蚀状态下,形成了较厚的风化壳。直到晚更新世晚期,福州盆地发生沉降,堆积速度才大于侵蚀速度,开始了第四系的堆积。这在福州盆地的发展史上,可能是一个重要的转折点。从此,福州盆地连续堆积了晚更新世和全新世的地层。从这些地层的岩性特征,地层中的生物化石和放射性碳年代资料,可以推断晚更新世以来,福州盆地的发育曾经历了以下 4 个阶段。

1. 前盆地阶段 晚更新世晚期,全球都处于末次冰期(即大理冰期)的最后阶段,气候寒冷潮湿,现在中国东北和华北的山地以云杉、冷杉为优势的寒温带常绿针叶林,当时可“分布到浙江、贵州、山东、陕西、北京丘陵和平原”。那时,我国年平均气温“要比现在低 5—10℃”^[44]。海平面下降,距今约 15,000 年前,东海海平面低于现代海平面 130—160m 左右。台湾海峡成为陆桥,台湾和福建连为一体。闽江的侵蚀基准面很低,流水的下切侵蚀作用增强,盆地内未见有沉积物堆积。这个时期,福州盆地差异性断块升降比较强烈,四周山地上升,平原区下降。距今 14,000 年前,海平面开始回升。由于海平面的迅速上升,加上盆地的沉降,侵蚀作用不断减弱,盆地内堆积作用占了优势,逐渐堆积了约 25m 厚的冲积和洪积物。在河口区堆积物可达 36.7m。

2. 湖沼阶段 冰后期气候转暖,海平面迅速上升,福州盆地继续相对下降。距今 12,000 年前,海平面可达到今日台湾海峡的深度,即 -50 至 -60m 左右^[45],陆桥又转为海峡。至 8—9 千年前,海水即达到现今海岸线位置。在这 5—6 千年时间里,在东海陆架区,在福州盆地和东部沿海地区的低洼处,先后相继形成了许多湖泊和沼泽,堆积了黑灰至灰褐色的淤泥和泥炭。其中含大量植物碎屑,但不含任何海相生物化石。在闽江河谷内,仍为河流的沉积。

3. 海湾阶段 即福州湾阶段。中全新世,气候继续转暖,达到冰石期最暖阶段,福州盆地当时的气候比现在更为温暖、潮湿。海水达到现代岸线位置之后,海平面继续升高,海水向内陆侵漫,湖泊、沼泽为主的环境,转化为海湾环境。距今 6—5 千年前,海平面达到最大位置,海湾达到最大范围,福州湾的西界可达到闽侯县的甘蔗以西(甘蔗孔的中全

新世海侵层厚 2.5m^[1])。据《福州府志》记载,古时潮水可达甘蔗以西的白沙,“故余有潮声白沙之句”闽江口琅岐镇附近,当时的海水深度可达 40m 左右。这个时期不仅福州盆地和闽江口区成为海域,闽江口北边的连江县,南边的长乐县等地的沿海平原,也为海水淹没,留下海侵的沉积地层。在地方志中也有关于海的记载^[11]。中全新世高海面持续了一段时间之后,海平面开始下降,发生海退,约在距今 3—2.5 千年前,海水自西向东逐步退出福州盆地,直至今日海岸线位置。在中全新世 5—6 千年前的时间内,沉积的海相和海陆过渡相地层厚 8—36.6m。

4. 盆地阶段 随着海面的下降,河流的作用自西向东越来越强,从盆地四周流向中心的小河流也不断延伸发展,海水完全退出盆地,现代盆地内的水网系统完全形成。河流的沉积作用,特别是河口三角洲的沉积,从西向东,从盆地四周向中心,逐步覆盖于海侵层之上。在闽江河道中也逐渐发育了河漫滩、江心洲以及河床的沉积。这个时期(晚全新世)河流沉积物厚度一般只有几米。

总之,福州湾的存没,有其一定的地理和地质条件。其一,福州盆地距海较近,从盆地东缘至闽江口琅岐岛东岸约 21 km,海水顺闽江河谷很容易到达盆地之内。其二,福州盆地的平原区,晚更新世以来的沉降是明显的,平原地区地面高程大多在 3—4m 左右,全新统的底板可深达 -40m。盆地的不断下沉为海水的入侵提供了条件。现在闽江的感潮河段可达福州盆地西部的侯官,闽江枯水时大潮潮流可达福州西郊的洪山桥^[13]。但只有这两个条件,还不足以形成福州湾。还有一个决定性的因素,即冰后期海平面大幅度上升。它导致了全球性的全新世的海侵,这次海侵对于世界各地大陆架的最后形成有决定性的意义,故称之为“陆架海侵”^[15]。国内外研究者对于中全新世之前海面快速上升的认识基本上是一致的,但对于中全新世以来的海面变动,特别是有没有比现今更高的海面,存在不同看法。根据福州盆地、闽江口及台湾海峡西岸的有关资料来看,中全新世有过比现今更高的海平面。这可以从下面两个方面得到证明:(1)福州盆地及闽江口区,海侵层顶板高程绝大多数都在海平面上(图 4),闽江口瑯头孔为 +2.7m,盆地西部的甘蔗孔可达 +4.2m。海侵层可以是浅海相或海陆过渡相,也可以是海陆过渡相—海相—海陆过渡相,但都是在海水的影响下才能形成。闽江口是强潮汐河口,据海图资料,闽江口(川石岛)大潮潮高在平均海面上 2.68m。即使加上这个大潮的高度,仍然达不到 4.2m 的高度。那么是否地壳上升了呢?不是的,晚更新世以来福州盆地处于沉降中,中全新世海侵层沉积以来也一直是处于沉降中,故海侵层底板处于海平面下 9.5—30.6m。这些现象只能是高海面的反映。(2)高海面的证据在邻近的沿海地区也可以见到。连江县沿海的官岭村,座落在一级海积阶地上,该阶地自下而上全部由海相贝壳和砂子组成,阶地面高于海面约 7m。长乐县江田南山的小姐洞,曾生长牡蛎、留有蛎壳的痕迹,该洞高于海平面约 7m 左右^[12]。

晚更新世以来,台湾海峡的海平面变化,可以分为三个时期:(1)低海面时期:晚更新世和早全新世,海面从负 130—160m 左右,迅速上升,达到现代海面高度,其特点是海面低但上升迅速。(2)高海面时期:中全新世期间,海平面高于现代,但有上下波动。

1) 福建省水文工程地质队,1977。区域水文地质普查报告。

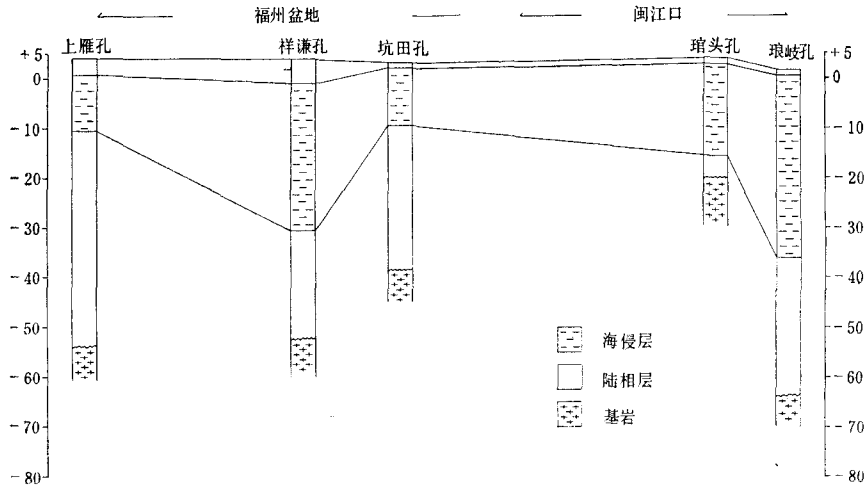


图4 主要孔海侵层对比

(3) 现海面时期: 晚全新世, 海平面基本上与现代海面相近, 波动较小。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院贵阳地球化学研究所第四纪孢粉组、¹⁴C组, 1977. 辽宁南部一万年以来自然环境的演变。中国科学 **6**: 603—614。
- [2] 王绍鸿, 1979. 莱州湾西岸晚第四纪海相地层及其沉积环境的初步研究。海洋与湖沼 **10**(1): 9—23。
- [3] 王绍鸿, 1982. 台湾海峡西岸第四纪有孔虫与地质问题。台湾海峡 **1**(1): 33—44。
- [4] 祁国琴, 1977. 福建闽侯县县石山新石器遗址中出土的兽骨。古脊椎动物与古人类 **15**(4): 301—306。
- [5] 伍伯瑜, 1982. 台湾海峡环流研究中的若干问题。台湾海峡 **1**(1): 1—7。
- [6] 张景文、李桂英、赵希涛, 1982. 闽粤东沿海晚第四纪地层与新构造运动的年代学研究。地震地质 **4**(3): 27—36。
- [7] 陈承惠, 1982. 闽南沿海若干全新世沉积物剖面的孢粉组合。台湾海峡 **1**(1): 45—53。
- [8] 陈珍皋, 1981. 福建省高产水稻土腐殖质组成的初步研究。土壤 **13**(3): 91—94。
- [9] 余泽忠, 1959. 福州盆地内闽江洪水和潮汐作用的关系。福建师范学院学报 **1959**(1): 77—100。
- [10] 杨萍如、林振盛等, 1959. 福建省闽侯县祥谦人民公社的土壤及其利用改良。福建师范学院学报 **1959**(1): 3—16。
- [11] 林观得, 1959. 福建海岸变化的新观察。中国第四纪研究 **2**(1): 47—60。
- [12] 林观得, 1980. 福建第四纪海平面升降运动。科学通报 **25**(24): 1134—1136。
- [13] 祝永康, 1981. 闽江口福州段河床演变与航道整治。杭州大学学报(自然科学版) **8**(4): 441—450。
- [14] 徐仁、孔昭宸、杜乃秋, 1980. 中国更新世的云杉、冷杉植物群及其在第四纪研究上的意义。中国第四纪研究 **5**(1): 48—56。
- [15] 韩有松、王绍鸿、孟广兰, 1981. 试论陆架海侵。科学通报 **26**(6): 363—365。
- [16] 彭贵、张景文、焦文强等, 1980. 渤海湾沿岸晚第四纪地层 ¹⁴C年代学研究。地震地质 **2**(2): 71—78。

THE DEVELOPMENT OF THE FUZHOU BASIN AND SHELF TRANSGRESSION IN THE WESTERN COAST OF THE TAIWAN STRAIT*

Wang Shaohong

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao)

Abstract

The development of the Fuzhou Basin since the Late Pleistocene is discussed, based on a study of the Quaternary foraminifera and diatom assemblages in 6 cores from the Fuzhou Basin and the neighboring Minjiang River estuary. Lithofacies evidence and ^{14}C dating analysis show it has undergone 4 stages: (1) the pre-basin period of the Late Pleistocene; (2) the lake basin bog period of the Early Holocene; (3) the Fuzhou Bay period of the Middle Holocene; (4) the Fuzhou Basin period since the Late Holocene.

Results of the study suggest that the Middle Holocene shelf transgression in the Taiwan Strait brought about the formation of the bay where now lies the Fuzhou Basin which came into being as a result of the last regression, and that the sea level during the Middle Holocene might have been higher than that of today.

* Contribution No. 981 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.