

福建沿岸晚更新世末次海侵及其海平面的变化

杨建明

(福建师范大学地理研究所)

提要 本文根据3个钻孔岩芯的¹⁴C测年数据和微体古生物硅藻的分析结果,对福建沿岸晚更新世末次海侵及其海平面的变化进行了讨论。结果表明,福建沿岸晚更新世的末次海侵约发生于44000—22000年B. P.间,海水表现为间歇性侵进形式,其中约在39000—34000年B. P.间曾发生一次海水退却。海平面的升降变化与这种海水入侵趋势基本上是一致的,当时的最高海面约出现在30000年B. P.,高度约达-15m。

一、岩芯简介

岩芯取自福鼎县店下CK-1孔(简称CK-1孔)、福州电子公司ZK-11孔(简称ZK-11孔)和福州琅岐CK-7孔(简称CK-7孔),钻孔位置如图1。

CK-1孔位于福建闽北海岸的福鼎县店下

村,孔口标高+1.57m,岩芯总长43.45m。第四纪沉积物厚41.83m,主要由粘土质粉砂、粉砂质粘土、粉砂、粘土质粗砂、砂砾石等组成。

ZK-11孔位于福州市东街口,孔口标高+3.78m,岩芯总长40.1m。第四纪沉积物厚38.80m,岩性比较单一,主要为粘土和淤泥的互层,仅在孔深31.0—32.2m处出现一中粗砂层。

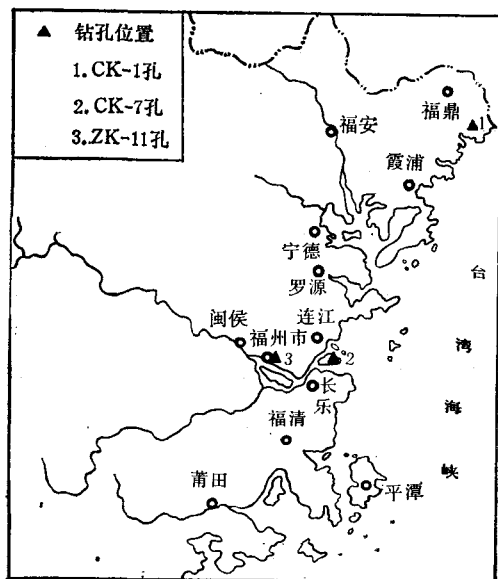


图1 钻孔位置示意

Fig. 1 The location of boreholes

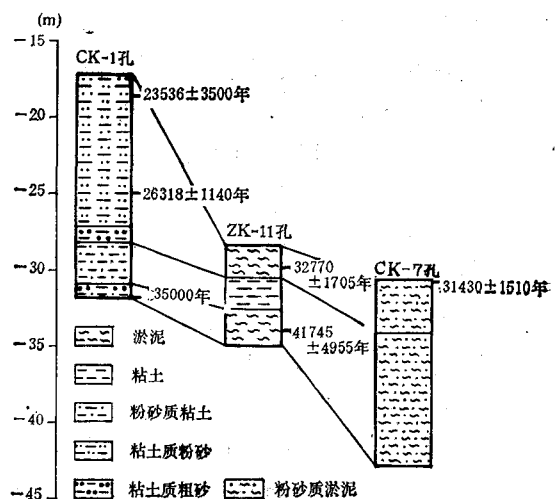


图2 晚更新世末次海侵的3个钻孔岩芯对比

Fig. 2 The comparison of three cores of the last marine transgression during Late Pleistocene

CK-7 孔位于闽江口琅岐岛南部沿岸, 孔口标高 +2.58m, 岩芯总长 56.86m。第四纪沉积物厚 54.0m, 岩性比较复杂, 有淤泥、粉砂质淤泥、粘土、粉砂质粘土、泥质细砂、砂砾石等。

根据岩芯的 ^{14}C 测年数据以及沉积物的岩性特征判断, 可知上述三个孔的上更新统地层厚度分别为 24.76m, 7.80m 和 36.20m。其中属于晚更新世末次海侵的地层分别厚 14.59m、6.60m 和 12.20m (图 2)。

二、海侵的证据

微体古生物分析表明, 福建沿岸的全新世海侵多以有孔虫和海相硅藻的同时出现为标志, 而晚更新世的玉木亚间冰期的海侵, 往往只以海相硅藻的出现为特征¹⁾。因而, 本文所讨论的海侵证据仅限于海相硅藻。

(一) CK-1 孔²⁾

该钻孔在晚更新世沉积物中出现硅藻化石的层位有两层, 均属晚更新世末次海侵的沉积。

第一层 (18.80—29.80m) 主要为灰黑色粘土质粉砂; 共发现 43 粒硅藻化石, 主要种为卵形菱形藻 *Nitzschia cocconeiformis* Grunow、小环藻属 (未定种) *Cyclotella* sp. 和柱状小环藻 *Cyclotella Stylorum* Brightwell。上述硅藻的生态, 卵形菱形藻为海水种, 柱状小环藻为沿岸、潮间带种, 因而反映了潮间带的沉积环境。

第二层 (32.52—33.39m) 主要为青灰色粉砂质粘土。共发现 15 粒硅藻化石, 主要种仍是柱状小环藻、小环藻属 (未定种) 和卵形菱形藻, 反映了潮间带的沉积环境。只是由于本层属潮间带种的柱状小环藻的比重较第一层有所提高, 而且本层发现的硅藻粒数也少于第一层, 故可以断定, 本层的海洋性要比第一层的弱。

(二) ZK-11 孔

该钻孔在沉积物中出现硅藻化石的层位亦有二层, 而且也都属于晚更新世末次海侵的沉积。

第一层 (32.20—34.30m) 为棕灰色淤泥, 共发现 837 粒硅藻化石, 主要种有洛氏圆筛藻

Coscinodiscus rothii (Ehr.) Grunow、细弱圆筛藻 *Cos. Subtilis* Ehrenberg、琼氏圆筛藻小形变种 *Cos. jonesianus* var. *commutata* (Grun.) Hustedt、双眉藻属 (未定种) *Amphora* sp. 和具槽直链藻 *Melosira Sulcata* (Ehr.) Cleve 等。洛氏圆筛藻为广盐性沿岸种。细弱圆筛藻为海洋广布种, 沿岸和远洋皆有分布。琼氏圆筛藻小形变种为广盐种, 常见于近海、河口和半咸水环境中。双眉藻属既有淡水种, 亦有海水种。具槽直链藻是沿岸种, 分布广, 营底栖生活, 但也经常见其浮游。这些硅藻主要为近岸广盐广布种, 反映了河口港湾的沉积环境。

第二层 (36.40—38.80m) 为棕灰色淤泥, 共发现 33 粒硅藻化石, 主要种有琼氏圆筛藻 *Coscinodiscus jonesianus* Ostenfeld、星脐圆筛藻 *Cos. asteromphalus* Ehrenberg 和辐射列圆筛藻 *Cos. radiatus* Ehrenberg 等。琼氏圆筛藻为广盐种, 常见于近海、河口和半咸水环境中。星脐圆筛藻和辐射列圆筛藻均为广温型广布种, 沿岸和远洋皆有分布。这些硅藻都是沿岸性广布的浮游种。此外, 在该层位还见有少量淡水的环纹藻 (未定种) *Concentricystes* sp., 因而反映了河口港湾的沉积环境, 只是海洋性稍比第一层弱。

(三) CK-7 孔

该钻孔在 33.30—45.50m, 于深灰色粉砂质淤泥中发现有丰富的晚更新世末次海侵的硅藻化石¹⁾。层中硅藻主要分布于上部、下部, 中部 (埋深 36.80m 以上) 未发现硅藻化石; 主要种有细弱圆筛藻、条纹小环藻 *Cyclotella striata* (Kütz.) Grunow 和窗纹筛属 (未定种) *Epithemia* sp. 等。细弱圆筛藻为海洋广布种。条纹小环藻为沿岸种, 也出现于河口。窗纹藻属主要为淡水种。因而反映了河口港湾的沉积环

1) 王绍鸿、杨建明等, 1987。福州盆地晚第四纪三次海侵。

2) CK-1 孔的岩芯分析结果系根据福建省第二水文地质工程队 1986 年的海岸带调查资料。

境。

三、海侵与海平面变化

从上述 3 个钻孔岩芯中共获得 11 个 ^{14}C 测年数据, 其中有 6 个属于晚更新世(表 1)。据 ZK-11 孔, 32770—41745 年 B. P. 间, 平均沉积速率 4.568cm/100a, 可以推知晚更新世末次海侵的开始时间约为 44000 年 B. P., 而根据 CK-1 孔, 23536—26318 年 B. P. 间, 平均沉积速率 22.57cm/100a, 可以推知海侵的结束时间约为 22000 年 B. P.。福建沿岸其它地方所发现的该次海侵证据其年代也都介于 44000—22000 年 B. P. 间^[1,2], 说明这个时间范围基本上可以代表整个福建沿岸地区晚更新世末次海侵的发生时间。

表 1 3 个钻孔岩芯的晚更新世 ^{14}C 测年结果

Tab. 1 ^{14}C dates in three boreholes during late pleistocene

钻孔	高程/埋深 (m)	测年材料	^{14}C 年龄 (距今年数)	资料来源
CK-1 孔	-18.70/20.27	淤泥	23536±3500	1)
CK-1 孔	-24.98/26.55	淤泥	26318±1140	1)
CK-7 孔	-30.84/33.42	淤泥	31430±1510	[5]
ZK-11 孔	-29.88/33.66	淤泥	32770±1705	本文
CK-1 孔	-31.80/33.37	淤泥	>35000	1)
ZK-11 孔	-33.98/37.76	淤泥	41745±4955	本文

1) 据福建省第二水文地质工程地质队资料

CK-1 孔和 ZK-11 孔的上更新统海相地层, 均为未发现任何海相化石上下两部分的沉积物层。ZK-11 孔这种未含任何海相化石的沉积物层中发现有淡水的环纹藻, 表明其属于海退期间的陆相沉积。CK-7 孔晚更新世末次海侵地层在岩性上虽然没有间断, 但硅藻化石的分布也是不连续的, 在中段未含硅藻化石的沉积物中发现有丰富的植物碎片和树叶, 表明其属于陆源河湖相沉积。因而可以断定, 福建沿岸晚更新世的末次海侵表现为海进、海退、再海进的停顿性海进形式, 并于再次海进时海侵达到最强。据 ZK-11 孔的有关资料, 可以推知其间的海退约发生于 39000—34000 年 B.P. 间,

历时约达 5000 年。CK-7 孔因所处地势较低, 海水退出较晚, 而再侵入又较早, 故未能明显地反映出此次海退。

海侵海退并不一定是海平面升降的直接反映^[6], 在沿岸平原沉降区, 海平面上升速率的减慢也有可能引起海退, 即当沉积速率超过海平面上升速率与地壳沉降速率之和时, 海退发生。但根据福建沿岸晚更新世末次海侵期间发生的海退历时较长, 而且具有普遍性等特点, 可以断定此次海侵期间的海水进退基本上与海平面的升降变化是一致的。即海平面也表现出上升、下降、再上升的波动上升形式, 约在 30000 年 B. P. 左右海面达到最高位置。当时的海面遗迹在闽江下游及其以北的福建沿岸平原地区, 多发现于现代海面之下 30—50m 间, 而在闽江口以南的福建沿岸地区, 多发现于现代海面之下 30m 至现代海面之上 30m 间, 反映了福建沿岸近 3 万年来构造活动的复杂性。

CK-7 孔曾发现“琅岐海侵”(发生于约 65000 年 B. P.) 时的相对海平面约位于现代海平面之下 50m 处^[2], 而 Bloom 等 (1974) 对新几内亚胡安半岛的研究表明, 当时的水动型海面约在现代海平面之下 28m 处^[7], 如果将 65000 年 B. P. 时的海平面定为 -28m, 可以推算出闽江口琅岐地区自 65000 年 B. P. 以来的平均地壳沉降速率为 3.385m/10000a。ZK-11 孔与 CK-7 孔同位于福州盆地, 因而可以将这个速率用于这两个钻孔的构造沉降量计算。为了求出 30000 年 B. P. 的古海面高度, 本文计算了 CK-7 孔和 ZK-11 孔两个年龄接近于 30000 年 B. P. (31430±1510 年和 32770±1705 年) 的 ^{14}C 测年样品自沉积以来的构造沉降量。CK-7 孔和 ZK-11 孔的这两个 ^{14}C 测年样品目前均埋深达 30m 以上, 因而必然受到沉积物压实作用的影响, 在此可利用沉积物的平均孔隙度—厚度关系曲线估算沉积物压实量的方法, 估算出这两个样品自沉积以来的压实沉降量。虽然 CK-7 孔和 ZK-11 孔的这两个 ^{14}C 测年样品均为淤泥, 但由于硅藻组合揭示其属于河口港湾

表2 晚更新世末次海侵的古海面高度计算

Tab. 2 Calculation of sea level altitudes during the last marine transgression of late pleistocene

沉积物总厚度 (m)	样品 ^{14}C 年龄 (距今年数)	高程/埋深 (m)	构造调整 (m)	压实调整 (m)	沉积深度调整 (m)	海面高度 (m)
54.00	31430 \pm 1510	-30.84/33.42	10.64	4.46	0	-15.74
38.80	32770 \pm 1705	-29.88/33.66	11.09	2.64	0	-16.15

环境的沉积,因而其沉积深度可按零米计。这样,经过构造沉降、压实作用和沉积深度调整后,就可以获得当时的水动型海面高度。其计算结果列于表2。结果表明,31430年B.P.和32770年B.P.时的水动型海面分别位于现代海平面之下15.74m和16.15m处,而30000年B.P.时的海平面要比这两个位置高,估计约位于现代海平面之下15m左右。

四、讨 论

福建沿岸晚更新世的末次海侵已被命名为“福州海侵”^[1,2]。由于此次海侵属于全球性事件,因而可以与国内外的同期海侵进行对比。如日本的伊丹海侵(^{14}C 测年为29800 \pm 1200年B.P.和32700年B.P.左右)、新几内亚50000—29000年B.P.的海侵、佐治亚48000—25000年B.P.的海侵,以及我国渤海湾西岸的献县海侵(39000—23000年B.P.)、河北平原东部的沧西海侵(40000—20000年B.P.)下辽河平原的先锋海进、黄海地区的灌南海侵(42000—30000年B.P.)、珠江三角洲的礼乐海进(37000—24000年B.P.)等,都是其同期产物,都发生于玉木亚间冰期。

关于玉木亚间冰期海侵期间海平面所达到的最高位置,目前还没有统一的意见。一些研究者认为当时海平面曾接近或到达现代的位置。如Milliman和Emery(1968)对美国大西洋陆架区的研究表明,当时的最高海面约发生于35000—30000年B.P.间,位置接近于现代海平面;而Blackwelder等(1979)对美国大西洋陆架区所做的进一步研究表明,海平面在36000年B.P.时曾到达现代的位置。另一些

研究者则认为,当时海平面处于比较低的位置。Mörner(1971)从冰川-气候观点出发,提出在约30000年B.P.的间冰段,不可能有过位于或接近于现今海平面的高海平面,之所以出现这种高海面的证据,可能是因为样品受现代碳污染而使测年结果变年轻所致。他认为当时海面所到达的位置存在着两种可能,一是可能位于-40—-50m间,另一可能是位于-15m附近。Hopkins(1973)对白令海地区海平面变化的研究表明,30000年B.P.海面约位于-20m;而Chappell和Veeh(1978)对新几内亚地区的研究表明,30000年B.P.海面约位于-40m附近。在中国东部,一般认为当时海平面接近或比现代海平面低10—20m。本文关于福建沿岸30000年B.P.时海面高度的计算结果与Mörner(1971)提出的第二种可能情况是一致的,与一些研究者对中国东部的研究结果^[4]接近。

最后,必须指出,本文提出的福建沿岸晚更新世玉木亚间冰期期间海平面呈现上升、下降、再上升的波动性变化形式在国内外均已发现,因而它很可能具有普遍性的意义,应该引起重视。

参 考 文 献

- [1] 谢在团等,1986。中国海平面变化。海洋出版社,156—165页。
- [2] 蓝东兆等,1986。海洋地质与第四纪地质6(3): 103—111。
- [3] 王靖泰、汪品先,1980。地理学报35(4): 299—312。
- [4] 黄镇国等,1986。中国海平面变化。海洋出版社,178—194页。
- [5] Wu Xiliang, 1987. Late Quaternary Sea-Level Changes (Qin Yunshan and Zhao Songling). China Ocean Press, 223—238.

- [6] Pitman, W. C., 1978. *Geol. Soc. Am. Bull.* **89** [7] Bloom, A. L. et al., 1974. *Quat. Res.* **4**(2): 185—
(9): 1389—1403. 205.

THE LAST MARINE TRANSGRESSION AND SEA LEVEL CHANGES ALONG THE FUJIAN COAST DURING LATE PLEISTOCENE

Yang Jianming

(*Institute of Geography, Fujian Teachers University*)

Abstract

Radiocarbon dates and micropaleontological analyses of diatoms in three boreholes show that the last marine transgression along the Fujian Coast during Late Pleistocene took place intermittently between 44,000a B. P. and 22,000a B. P., with a regression between 39,000a B. P. and 34,000a B. P. Sea level movements were consistent with the transgressive trend of sea water. The highest eustatic sea level occurred at approximately 30,000a B. P. when sea level attained an elevation of about -15m.