晚更新世以来长江水下三角洲 的沉积结构与环境变迁

秦嘉汧 赵松龄 (中国科学院海洋研究所,青岛)

内容提要 根据长江口外的三口钻井(Ch₁, Ch₂和Ch₂)的沉积岩心资料研究了冰后期长江水 下三角洲的沉积构造,它们由前积层,底积层和边缘沉积三部分组成。并很招¹⁴C,热发光测年和生物 地层的研究探讨了该区自晚更新世以来的环境变迁,在中更新世末,本区为陆祖沉积环境,随着玉木冰 期中亚间冰期的到来,研究区发生了海径,当玉木冰切最盛时刻,这里又成为湖泊环境,又随着全新世 的到来,再度出现浅海环境,随着河口三角洲的逐渐形成,构成了今日长江水下三角洲的沉积体系。

主题词 长江水下三角洲 前积层 底积层 边缘沉积 玉木冰期 海面变化 第一作者简介 秦蕴珊 男 53岁 研究员 海洋沉积

一、前言

五十年代以前,不少研究者从事长江三角洲海侵作用的研究,其中比较著名的研究 成果为:克里士(Cressey G.B.1982),根据上海自来水厂的钻井资料,完成"上海 地质"一文,文中对270米岩心中所含海相软体化石群作了初步描述[3],1936年葛利普 (Grabau)在其华北大平原一文中,也曾提到长江三角洲地区的钻孔中,曾发现了几个 海相地层[1]。但限于当时的研究水平和技术条件,难以区分出这些海相地层的分布范围 和各自形成的时代。

进入五十年代以后,随着当地的工业兴起和农业开发,长江三角洲地区的钻探工 作,得到了迅速的发展,若干研究者对所获得的岩心采用了生物地层与年代地层同步研 究法, 使当地晚更新世以来的海侵史和环境变迁史的研究取得了明显的进展。但这些研 究仅局限于陆上,对于长江三角洲水下部分的钻孔研究,仅仅是近几年的事。

为研究长江水下三角洲的形成史,查明长江三角洲的演化过程和环境变迁序列、以 便能科学地、合理地为长江三角洲地区的经济开发提供地质依据,中国科学院海洋研究 所于1983年在长江口外钻取了三口钻井,其编号为Ch1、Ch2和Ch3,孔深分别为99米、 63米和39米。此外,地质矿产部海洋地质综合研究大队也于同年在该地区钻取了五个钻 孔,其编号为Cj-1一Cj-5⁽²⁾,位置见图1。本文主要根据Ch₁一Ch₂孔分析资料 撰 写 而成。



图 1 长江水下三角洲钻孔位置图



二、岩性特性

(一)冰后期长江水下三角洲沉积

关于三角洲组成的研究,始于19世纪末,吉尔伯特(Gilbert G.K.)在研究玻利 维亚湖时曾详细描述了湖泊三角洲的沉积构造。那时,作者已经发现,三角洲的基本结 构,系由以下三部分组成:顶积层、前积层和底积层。三角洲的这种沉积模式,已为世 界许多湖泊三角洲和河口三角洲所证实^[6]。值得注意的是,六十年代初期,斯克鲁东 (Scruton P.C.)在研究密西西比河河口三角洲沉积体系时,在三角洲的底部又建立起 一个沉积过渡带,作者将其称为边缘沉积^[7],同样的结构在长江三角洲的钻孔中得到 了证实。现以Ch₁和Ch₂钻孔综合柱状岩心示意图表示之(图 2)。

1. 前积沉积

从垂向分布来看,一般在孔深10—14米以上,由上下两层组成。上层多为黄色粉砂,中值粒径多在7.5—8.5¢之间;下层由薄层粉砂和薄层粘土呈互层状。在粉砂层中往往含有较多量幼体海生软体动物壳,显示了沉积环境的多变性。从水平分布来看,离岸越近,上层黄色粉砂层越厚,反之,越薄。如Ch₁孔,上层粉砂层就不太明显,表明该部位的前积层,还处于不断增长、展宽和加厚的初期阶段。严格说来,只有上部黄色粉砂层才属于真正的前积层,下层的互层沉积乃属于前积沉积和底积沉积间的过渡性沉积。

2. 底积沉积

该层的垂向分布特征为:底界埋藏于孔深22.07-46.5米,厚约20-30米,为灰色

5 卷



粘土沉积,质地均一,中值粒径在8.25—9.00¢之间,表明为稳定细粒沉积阶段。多数 钻孔在粘土层中含有较粗的粉砂薄层,如Ch₁孔在19.09—19.59米、Ch₂孔在30.0— 32.0米、Ch₃孔在21.19—22.00米,它们将底积沉积分为上、下两部分。上部较软,下部 较硬。从水平分布来看,距岸越近,水深越小,厚度越大;反之厚度越薄。

3.边缘沉积

在各孔的底部均含有薄层粉砂-细砂层, 其平均粒径为 2.7-7.7,4, 分选不好, 如Ch₁孔35.6-36.0米, Ch₃孔46.5-47.1米, Ch₃孔33.15-33.79米。各孔在该 层 中均保存有完好的海相软体动物化石群,个体大、数量多、种属繁盛,代表着典型的**滨**海环境。

(二)玉木冰期低海面沉积

在长江三角洲边缘沉积之下,为玉木冰期低海面时期的沉积物,各孔在边缘沉积之 底部,均发育有薄层泥岩沉积,如Ch₁孔,埋藏于孔深36.14—36.16米处为纯泥炭沉 积,黑色,经三次¹⁴C测年,结果相近(10700±125年,B.P., 10735±120年,B.P., 10790±120年,B.P.。此外,在36.36—36.40米也有少量泥炭沉积。孔深36.66米处见有 较多量钙质结核,37.16—37.20米发现有1厘米长的结核,量多,呈水平状分布。44.70 —44.75米又见有薄层泥炭,孔深48.40米处¹⁴C年龄为18740±650年,B.P.。该孔除上 述特征以外,直到孔深60.50米为止,均为灰色砂质粉砂,粉砂中常含泥,层理明显, 似具弹性,偶见粉砂粘土互层,粒度均匀。室内分析表明,该层粉砂占70—80%,粘土 占20—30%,平均粒径为5.64—6.5\ph,分选差,在孔深60米处见有砾石,直径3—5 毫米,磨圆度甚高(图3)。其他各孔也有类似沉积,均未见底。

(三)晚更新世中期沉积

在这项研究中,只有Ch₁孔具有该期以下地层,该孔从岩心60.5-84.0米间 为一套 砾石沉积它又可分为以下数层。

107



60.5-74.43米 黄色,粗砂砾石层,砾石磨圆度高,在孔深62.73米和70.68米各发现一枚圆锥假车轮虫(*Psevdorotalia Schroeterina*),孔深74.38米处出现薄层 泥炭。

74.43—80.57米 黄色、杂色砂砾层,在孔深76.03—76.10米为树杆,经¹⁴C测 年为>36000年,B.P. 76.10—76.14米见有 4 × 3 ×0.5厘米木头一块,在木头以下的砂砾 层中,见有淡水丽蚌(*Lamprotula* sp.),在76.5米附近也发现有少量泥炭 沉积。在 79.13—80.57米为青灰色粗砂,黄色粗砂与砾石交替出现。

80.57-84.24米 为杂色砂砾层, 83.94-84.24米, 见有灰绿色砂, 于83.9米处找 到淡水丽蚌碎片。84.24米以下为沉积间断面。

(四)中更新世沉积

84·24—91·96米 为灰绿色粘土层,紧实,含大量钙核。88·20—88.3米为细砂层,热发光年龄为(215±10.7)×10³年。88.3—88.35米为细砂岩,热发光年龄为(233±11.6)×10³年。91.82米处发光年龄为(255±12.3)×10³年。91.96米为沉积间断面。91.96—99.00米为褐黄、灰绿、杂色粉砂质硬粘土,呈半胶结状,含多量铁质和钙质结核(图4)。

三、生物化石群与海相地层

为确定长江水下三角洲的沉积厚度和晚更新世以来该地区的海侵次数,对Ch1、Ch2和Ch3孔进行了微体生物化石群分析和软体动物群鉴定。Ch1孔共分析了121个层位,其



1 粗砂砾石层 2 泥灰层 3 砂砾层 4 树干 5 砂层 6 沉积间断面 7 粘土层 8 粉砂质硬粘土 图 4 Ch₁₄钻孔晚更新世中期与中更新世柱状岩心示意图

Fig • 4 The sketch of the column core Ch₁₄ during middle of Late Pleistocene and Middle Pleistocene

中60个层位含有孔虫,它们集中于岩心36•0米以内;在36•0米以下的地层中,仅有62•73米 和70•68米各发现一枚圆锥假车轮虫。 Ch₁孔共发现有孔虫24属55种;Ch₂孔共分析79个 层位,其中69层含有孔虫,它们集中于0—47•1米之间, 共见有孔虫19属40种; Ch₃孔 共分析了53个层位,其中44层含有孔虫,集中分布于0—33米之间, 共见有孔虫24属43种。 由于三孔相距较近,组合面貌十分相近,现以Ch₁孔为例,各沉积层的主要优势种如下;

前积层:

Ammonia confertitesta; Cribrononion incertum; Elphidinm simplex; Lagena; striata;

底积层:

Quinqueloculina sp.; Elphidium afvenum; Elphidium subcrispum; Globigerina triloculinoides; Hanzawaia mantaensis.

边缘沉积层:

Quinqueloculina sp. Nonionella decora:

Noninella Jacksonensis: Globigerina sp.

软体动物 群 的分析 表明, 三 孔共见 有41个种属,其中Ch₁孔和Ch₃孔均有31个种 属: Ch₂孔只有 8 个种属。从垂向分布来看,三孔都有两个富集层,其一与三角洲前积层 相当,其二与三角洲底部的边缘沉积层相当。粘土质的底积层中软体动物群含量稀少。 各层主要代表种为:

前积层:

```
Nassius sp. Arca sp. Neverita didyma;
```

Cdostomia sp.; Solen sp.;

底积层:

```
Corbula laevis; Nuculacea; Terebra sp.;
```

Diplodonta sp.;

边缘沉积层:

```
Arca subernata lischeke; Ostrea sp.;
```

Dosinia gibba(A.Adams);

海相软体动物群的分布层位与有孔虫所在层位的一致性表明,它们系同一循环中生 存与繁衍起来的不同门类的海洋动物群,两者共同确定了海相地层分布的层位。

四、海面变化与环境变迁

根据长江三角洲地区99米长的Ch₁孔和其他较浅钻孔的分析资料,可以对中更新世 末期以来当地的海面变动与环境变迁史作如下讨论。

中更新世末,当地为陆相沉积环境,一直持续到距今约40000年时,发生了区域性 下沉,变成了山间湖滨环境,沉积了含有淡水丽蚌化石的砾石沉积(Ch1孔深84米处为 沉积间断面)。在孔深76米,钻透一棵埋藏树杆(已炭化)。观察表明,该树杆系横伏于 地层中。14C年龄为>36000年,B.P.。大约从距今35000年开始,随着玉木冰期中亚间冰期 的到来,当地发生了亚间冰期海侵,乃沉积了砾石层(在Ch,孔岩心62.73——70.69米出 现含有孔虫砾石层),若与相邻钻孔相比(3、4),该处应相当于快速 沉积 区,表明 地壳 在持续下沉。从上述讨论可知,当玉木冰期中的上亚间冰期发生时,长江沉积物对研究 区尚无明显影响。当玉木冰期最盛时期,东海海面较今日要低约130米,这里再度变为 湖相环境,形成了厚层粉砂沉积。在全新世到来之前,湖泊变浅,形成了沼泽,发育了 泥炭,其年龄为距今10790±120年 B・P・,那时的海面可能要 低于现在约60米。随着 全新世的到来,世界洋面迅速升起,淹没了早先的沼泽环境,出现了浅海环境。进入中 全新世以后,东海海面进一步升起,原先流入黄海的长江河道,进一步 缩 短,长 江 口 不断后退,海水到达今日镇江附近,构成 了海 湾。这时 来自长江的 物质开始影响到本 区,其年龄大约在距今6000-7000年间。随着河口三角洲的逐渐形成,终于形成了边缘 沉积以上的底积沉积、前积沉积,在陆上形成了顶积沉积,构成了今日长江水下三角洲 沉积体系。

参考文献

- 〔1〕葛利普, 1936, 中美工程师学会月刊, 17卷5期, 18-20页。
- 〔2〕唐宝根等,1986,海洋地质与第四纪地质,6卷2期,41-52页。
- 〔3〕林景星,1986,杭嘉湖平原晚更新世以来海侵及海平面变化,中国海平面变化,海洋出版 社,140-147页。
- 〔4〕赵松龄等,1986,中国东部沿海近三十万年以来的海侵与海面变动,中国海平面变化,海 洋出版社,115-123页
- (5) Cressey, G. B., 1928, The China Jour. Sci. & Arts., V. 8, N. 6, p. 334-345.
- (6) Gilbert, G. K. ,1855, U.S. Geol. Sur. 5th Ann. Rept. ,p. 104-108
- (7) Scruton, P. C., 1960, The Mississippi delta, In: Deltas. editor
 M. C. Broussard, Houston Geol. Society, p. 38-40.

SEDIMENTARY STRUCTURE AND ENVIRONMENTAL EVOLUTON OF SUBMERGED DELTA OF CHANGJIANG RIVER SINCE LATE PLEISTOCNE

Qin Yunshan Zhao Songling

(Institute of oceanology, Academia Sinica, Qingdao)

Abstract

According to the analysis of cores $Ch_1(99 \text{ m})$, $Ch_2(63 \text{ m})$ and $Ch_3(39 \text{ m})$, which were drilled in the outside of Changjiang River estary by the Institute of oceanology, Academia Sineca, the submerged delta of the Changjiang River formed in post glacial period consists of foreset, bottomset and marginal deposit.

The fore set usually is over 10-14m in depth, divided into two parts: the upper part is generally composed of yellowish silts which contain many marine mollusk larva shells, and the lower part is the interbeds of thin silt and clay layers, both indicate the variablity of sedimentary environments. The lower boundary of the bottomset is at the depth of 22.07-46.5m, it is about 20-30 m thick and consists of grey clay sediments showing a stable and fine grain depositional period. Most of the cores contain thin silt layers in the bottomset by which the bottomset also can be divided into two parts, the upper softer part and the lower harder part. The marinal deposit is mainly composed of thin unsorted silt-fine sands it contains a lot of well preserved marine mollusk fossils, representing a typical littoral environment.

Under the marginal deposit is the silt sediment formed in Würm glacial term

during the low sea level, in which developed thin peat sediments e.g. at the depth of 36.14-36.16 m in core Ch₁, the dark pure peats with ¹⁴C age of 10790 \pm 120 years B.P., and at 48.4m, with ¹⁴C age 18740 \pm 650 years B.P..

In the middle Late Pleistocene, a set of graval sediments in Ch_1 deposited at 76.03-76.10 m. There are the preserved truncks with ¹⁴C age>36000 years B. P. We found an individual of *Pseudorotalia gaimardii* at 62 m and 70m respectively, and some fresh water *Lamprotula* sp. at 76 m and 84 m. Beneath 84.24m there is a discontinuous surface.

The middle Pleistocene sediment of Ch₁ consists of clay layer intercalated with fine sand. The thermoluminescent dating at 88.2 m. 88.3m and 91.8m are $(215 \pm 10.7) \times 10^3$, $(233 \pm 11.6) \times 10^3$ and $(255 \pm 12.3) \times 10^3$ years respectively. There is a discontinuous surface at 91.96 m.

From the above-mentioned data, the studied area was a land deposit environment in the late Middle Plesitocene. During the subinterglacial of Würm glaciation a transgression occurred, later, in the Würm glaciation maximum it became a lake environment. Finally, when the climate was getting warmer in Holocene, the area changed to a neritic environment again and with the growth of the river estary delta, the mordern submerged delta system of the Changjiang River has formed.